

Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Волжская государственная академия водного транспорта»

Кафедра технологии конструкционных
материалов и машиноремонта

В.А. Орехво, С.Ю. Ефремов

Руководство по разработке технологических процессов судоремонта

Учебно-методическое пособие
для студентов очного и заочного обучения специальности 180403
«Эксплуатация судовых энергетических установок»

Нижний Новгород
Издательство ФБОУ ВПО «ВГАВТ»
2014

УДК 629.12.002.5 – 2.004.67

О65

Рецензенты:

**А.С. Курников – доктор технических наук;
Н.Н. Галашов – кандидат технических наук**

Орехво, В.А.

Руководство по разработке технологических процессов судоремонта : учеб.-метод. пособие для студ. оч. и заоч. обуч. спец. 180403 «Эксплуатация судовых энергетических установок» / В.А. Орехво, С.Ю. Ефремов. – Н. Новгород : Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2014. – 116 с.

Даны рекомендации по оформлению ремонтной документации и ремонтных чертежей. Показаны примеры технологических процессов ремонта деталей судовых механизмов.

Разработка технологических процессов судоремонта выполняется студентами электромеханического факультета при изучении дисциплины «Технология судоремонта» и при дипломном проектировании.

Для студентов очного и заочного обучения специальности «Эксплуатация судовых энергетических установок».

Работа рекомендована к изданию кафедрой технологии конструкционных материалов и машиноремонта (протокол № 6 от 18.01.2013 г.)

© ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2014

Введение

Выполнение курсовой работы или проекта по ремонту деталей и узлов судовых энергетических установок и вспомогательных механизмов позволяет закрепить теоретические и практические знания студентов, полученные при изучении дисциплины «Технология судоремонта».

В процессе работы над курсовым проектом студент должен научиться пользоваться специальными справочниками, стандартами, каталогами и тому подобной литературой, необходимой для разработки технологических процессов ремонта, операций механической обработки и проектирования станочных приспособлений.

Особое внимание следует уделять самостоятельному творчеству с целью развития инициативы в решении технических задач и анализе существующих технологических процессов.

В состав курсового проекта входит не только разработка технологических процессов ремонта деталей и механизмов с наименьшими затратами труда и материалов, проектирование специальных приспособлений или инструмента, но также проводятся исследования, связанные с более глубокими проработками отдельных разделов курсового проекта.

Подготовка технологической документации, порядок выполнения работ и применяемая при этом технологическая оснастка должны соответствовать действующим стандартам ЕСТП, ЕСТД, ЕСКД.

1. Общие положения

1.1. Ремонтные документы – это рабочие конструкторские документы, предназначенные для изделия.

Текущий (малый) ремонт изделия производится в целях подготовки ремонтного производства, ремонта и контроля изделия после ремонта. Ремонтные документы разрабатывают на изделия, для которых предусматривается технически возможное и экономически целесообразное восстановление технических параметров и характеристик, изменяющихся при эксплуатации и определяющих возможность использования изделия по прямому назначению.

1.2. Ремонтные документы составляют раздельно на текущий, средний и капитальный ремонты изделия.

Текущий ремонт изделия производится, как правило, по эксплуатационной документации. Документацию разрабатывают на текущий ремонт при необходимости.

1.3. Ремонтные документы составляют на изделия серийного и массового производства. Ремонтные документы на изделия индивидуального производства и опытных партий разрабатывают только по согласованию с заказчиком.

1.4. Ремонтные документы разрабатывают на изделия в целом независимо от наличия ремонтных документов на его составные части.

Составлять самостоятельные ремонтные документы на отдельные составные части изделия, кроме покупных изделий, допускается только в технически обоснованных случаях по согласованию с заказчиком. При этом в ремонтных документах на изделие не повторяют содержание разработанных документов, а дают на них ссылки.

1.5. Если указания о ремонте комплекса полностью изложены в ремонтных документах на составные части, то ремонтные документы на комплекс в целом допускается не составлять. В этом случае в ремонтных документах на основную составную часть комплекса должны быть приведены ссылки на ремонтные документы остальных составных частей.

1.6. В зависимости от степени отработки и проверки в ремонтном производстве ремонтные документы подразделяют на следующие виды, которые приведены в табл. 1.

Таблица 1

Виды ремонтных документов

| Виды документов | Пояснения | Литеры |
|---|---|----------------------------------|
| Документы опытного ремонта | Документы, предназначенные для ремонта заранее установленной партии изделий или для ремонта изделий в течение определённого срока, проверенные опытным ремонтом одного или нескольких изделий с последующим испытанием их. Документы, проверенные опытным ремонтом, с последующей корректировкой их. | РО Р01, Р02 и т. д. |
| Документы установочной ремонтной серии | Документы, отработанные на основе ремонтных документов опытного ремонта по результатам испытаний определённой партии (установочной серии) изделий и предназначенные для ремонта последующих партий изделий или для организации серийного или массового ремонтного производства | РА |
| Документы установившегося серийного или массового ремонтного производства | Документы, окончательно отработанные и проверенные в ремонтном производстве по утверждённому и полностью оснащённому технологическому процессу | РБ |

Примечание. Ремонтным документам, предназначенным для разового ремонта одного изделия или ограниченного количества изделий, присваивают литеру РИ.

1.7. Ремонтные документы разрабатывают в соответствии с предлагаемым объёмом ремонтного производства, с учётом экономической целесообразности и технических возможностей группы ремонтных предприятий, для которой предназначаются ремонтные документы. Для крупносерийного и массового ремонта в ремонтной документации должны быть предусмотрены поточные формы организации ремонтного производства с ограниченным применением способов ремонта, предусматривающих пригонку по месту.

1.8. Ремонтные документы в общем случае должны разрабатываться на основе:

- рабочей конструкторской и эксплуатационной документации;
- анализа ремонтпригодности изделия и его частей;
- технологической документации;
- материалов по исследованию и изучению неисправностей, возникающих при испытаниях и эксплуатации изделий данного типа и аналогичных изделий других типов;
- результатов научных работ по исследованию технологических процессов ремонта;
- материалов опытного износа и ремонта изделия с последующими его всесторонними испытаниями по программе, согласованной с заказчиком;
- опыта по ремонту аналогичных изделий на предприятиях и организациях заказчика или на других ремонтных предприятиях;
- анализа продолжительности гарантийных сроков эксплуатации изделия.

Перечень конкретных документов, на основе которых должны разрабатываться ремонтные документы, указывают в техническом задании.

1.9. В ремонтных документах должна быть предусмотрена (в пределах экономической целесообразности) максимально возможная номенклатура восстанавливаемых при ремонте составных частей изделия.

1.10. В ремонтных документах, как правило, необходимо сохранять взаимозаменяемость деталей и составных частей, предусмотренную в рабочей конструкторской документации, и подбирать такие способы ремонта, которые позволили бы в максимальной степени (с учётом экономической целесообразности, технических возможностей ремонтного предприятия и вида ремонта) восстанавливать размеры деталей и других составных частей изделия до первоначальных.

1.11. Способы ремонта, технические требования к отремонтированному изделию, параметры, определяющие эксплуатационные характеристики изделия после ремонта, нормы расхода запасных частей и материалов и другие показатели, включаемые в ремонтные документы, должны быть технически обоснованы и экспериментально проверены.

1.12. Параметры изделия, приведённые в ремонтных документах с отклонениями от рабочей конструкторской документации, не должны ухудшать его эксплуатационно-технические характеристики.

1.13. Для всех изменяющихся при эксплуатации и восстанавливаемых при ремонте деталей и сборочных единиц в ремонтных документах указывают размеры, параметры, технические характеристики:

- которые должны иметь детали и сборочные единицы по рабочей документации;

- при которых детали и сборочные единицы не подлежат ремонту;

- с которыми детали, сборочные единицы и изделия разрешается выпускать из ремонта;

- с которыми детали и сборочные единицы могут быть допущены к эксплуатации без ремонта.

1.14. Техническое состояние деталей и других составных частей изделий, допускаемых к дальнейшей эксплуатации без ремонта, должно обеспечивать надёжную работу отремонтированного изделия до очередного планового ремонта. Методика определения предельно допустимого технического состояния составных частей изделия, допускаемых к эксплуатации без ремонта, должна быть составлена предприятием-разработчиком ремонтной документации и согласована с заказчиком.

1.15. В ремонтных документах должны быть обязательно предусмотрены возможно большие запасы на регулирование составных частей изделия, если оно необходимо при эксплуатации изделия и предусмотрено в эксплуатационных документах.

1.16. При наличии ремонтных документов, содержащих общие ко всем или к определенным группам изделий правила и указания по ремонту, эти правила и указания в ремонтных документах на конкретное изделие не повторяют.

1.17. По согласованию с заказчиком или в соответствии с техническим заданием в ремонтные документы включают:

- правила и указания по устранению аварийных повреждений;

- способы ремонта, обеспечивающие быстрое восстановление основных эксплуатационных характеристик изделия, но допускающие эксплуатацию изделия только на ограниченный срок;

- перечень неисправностей и повреждений, с которыми изделие может быть допущено к эксплуатации на ограниченный срок;

– программы и методики ускоренных испытаний для определения возможности кратковременной эксплуатации изделия с неисправностями и повреждениями.

1.18. Работы, выполнение которых необходимо для проведения ремонта изделия, должны быть перечислены в технологической последовательности их выполнения.

При этом необходимо указывать:

- методы или способы выполнения работы;
- виды оборудования, инструмент, стенды, приборы, необходимые для ремонта;
- технические требования, которым должно отвечать отремонтированное изделие или его части.

В ремонтных документах должны быть оговорены те операции, выполнение которых связано с повышенными требованиями мер безопасности, и даны указания, направленные на предупреждение повреждения изделия.

1.19. Ремонтные документы должны быть при необходимости иллюстрированы. Элементы иллюстраций, на которых показаны способы ремонта, должны быть выполнены по правилам, предусмотренным для ремонтных чертежей в ГОСТ 2.604–2000.

1.20. В ремонтной документации допускается делать ссылки только на документы, которые включены в ведомость документов для ремонта данного изделия.

2. Основные показатели надёжности деталей машин и судовых механизмов

Надёжность – это свойство объекта (дизеля, агрегата, детали) выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих режимам и условиям использования.

Надёжность обуславливается безотказностью, ремонтпригодностью, сохраняемостью и долговечностью.

Безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки.

Ремонтопригодность – свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей путём проведения технического обслуживания и ремонтов.

Сохраняемость – свойство объекта непрерывно сохранять исправное и работоспособное состояние в течение и после срока хранения и транспортирования.

Работоспособность – состояние объекта, при котором оно способно выполнять заданные функции, сохраняя значения в заданных пределах установленных нормативно-технической документацией.

Наработка – продолжительность или объём работы объекта.

Отказ – событие, заключающееся в нарушении работоспособности объекта.

Неисправность – состояние объекта, при котором оно не соответствует хотя бы одному из требований, установленных нормативно-технической документацией.

Долговечность – свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов.

Наработка на отказ – отношение наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки.

Ресурс – наработка объекта от начала эксплуатации до предельного состояния, оговорённого в технической документации.

Срок службы – календарная продолжительность эксплуатации объекта до момента возникновения предельного состояния, оговорённого в технической документации.

Конечная цель проведения мероприятий по повышению надёжности изделия – это увеличение времени его безотказной работы.

3. Технологический процесс и его структура

3.1. Характеристики технологических процессов

Технологический процесс – это часть производственного процесса, включающая в себя последовательное изменение размеров, формы, внешнего вида или внутренних свойств предмета производства и их контроль.

Технологические процессы строятся по отдельным способам их выполнения (процесса механической обработки, сборки, литья, обработки, покрытия и т. п.).

Технологическая операция – это законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте. Технологическая операция является основной единицей производственного планирования и учёта. На основе операций определяется трудоёмкость изготовления изделий и устанавливаются нормы времени и расценки; задаётся требуемое количество рабочих, оборудования, приспособлений и инструментов; определяется себестоимость обработки; производится календарное планирование производства и осуществляется контроль качества и сроков выполнения работ.

В условиях автоматизированного производства под операцией понимается законченная часть технологического процесса, выполняемая непрерывно на автоматической линии, которая состоит из нескольких станков, связанных между собой действующими транспортно-загрузочными устройствами.

В условиях гибкого автоматизированного производства непрерывность выполнения операции может нарушаться направлением обрабатываемых заготовок на промежуточный склад в периоды между отдельными позициями, выполняемыми на разных технологических модулях.

Кроме технологических операций в состав технологического процесса в ряде случаев включаются вспомогательные операции (транспортные, контрольные, маркировочные, по удалению стружки и т. п.), не изменяющие размеров, формы, внешнего вида или свойств обрабатываемого изделия, но необходимые для осуществления технологических операций.

Установ – представляет собой часть технологической операции, выполняемую при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемой сборочной единицы.

Позиция – фиксированное положение, занимаемое неизменно закреплённой обрабатываемой заготовкой или собираемой сборочной единицей совместно с приспособлением относительно инструмента или неподвижной части оборудования, для выполнения определённой части операции.

Технологический переход – законченная часть технологической операции, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой или соединяемых при сборке.

Элементарный переход – часть технологического перехода, выполняемая одним инструментом, над одним участком поверхности обрабатываемой заготовки, за один рабочий ход без изменения режима работы станка.

Вспомогательный переход – законченная часть технологической операции, состоящая из действий человека и (или) оборудования, которые не сопровождаются изменением формы, размеров и шероховатости поверхностей предмета труда, не необходимы для выполнения технологического перехода. Примерами вспомогательных переходов являются: установка заготовки, смена инструмента и т. п.

Рабочий ход – это законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, качества поверхности и свойств заготовки. Понятие рабочего хода соответствует применявшемуся ранее в технологической практике понятию перехода, который рассматривался как простейший переход, заключающийся в снятии одного слоя металла.

Вспомогательный ход – это законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, не сопровождаемого изменением формы, качества поверхности или свойств заготовки, но необходимого для подготовки рабочего хода.

Приём – это законченная совокупность действий человека, применяемых при выполнении перехода или его части и объединённых одним целевым назначением.

3.2. Разработка технологических процессов ремонта деталей

Технологический процесс ремонта деталей включает в себя следующие этапы и разделы проектирования:

- анализ исходных данных для разработки технологического процесса ремонта изделия, детали;
- анализ износов и повреждений всех рабочих поверхностей ремонтируемой детали;
- определение последовательности и содержания технологических операций ремонта изделий, детали;

- выбор технологического оборудования, мерительного и режущего инструмента, приспособлений, оснастки;

- разработка технологического процесса ремонта изделия (детали).

Описание операций ремонта, оформление технологической документации:

- техническое нормирование технологического процесса ремонта;

- технико-экономическое обоснование разработанного варианта технологического процесса ремонта изделия, детали.

Исходными данными для разработки технологического процесса ремонта являются:

- ремонтный чертёж изделия;

- технические требования на изготовление и ремонт;

- производственная программа;

- данные по износам и повреждениям в процессе эксплуатации данного изделия или детали;

- производственная база, завод, участок, цех, где намечено, планируется выполнение ремонта;

- опыт ремонта аналогичных изделий на передовых предприятиях;

- данные для технико-экономических расчётов (стоимость изготовления новой детали, её ресурс, стоимость приобретаемого для ремонта оборудования и др.).

Разработку технологического процесса ремонта изделия следует начинать с тщательного изучения исходных данных, при этом особое внимание необходимо обратить на конструктивные особенности, условия работы и сроки службы (ресурс) ремонтируемой детали, её конструктивные особенности, исследовать и получить данные о материале детали (марка, химический состав, физико-механические свойства, твёрдость основных рабочих и вспомогательных поверхностей), а также определить точность и качество обработки ремонтируемых поверхностей.

Характеристику износов и повреждений, скорость изнашивания, ресурс основных деталей судовых дизелей можно определить по справочной и технической литературе [1, 2, 12]. Анализируя полученные изделия в процессе эксплуатации износы и повреждения, определяется технологическая схема ремонта с применением соответствующего способа, метода восстановления изношенных поверхностей; разрабатываются выполнения технологических операций с учётом производственного оборудования и соответствующего опыта ремонта.

В состав технологического процесса могут входить следующие операции:

- демонтаж и разборка;
- чистка и мойка;
- дефектация;
- правка;
- токарная, фрезерная, сверлильная и другая предварительная и окончательная механическая обработка;
- слесарная (зачистка, отрезка, гибка, разметка, развёртывание, шабровка, калибровка, опиловка, развальцовка и др.);
- сборочная (балансировка, закрепление, запрессовывание, клёпка, стопорение, маркирование, пломбирование, установка, центровка, штифтование, расшплинтование, склеивание и др.);
- сварочная;
- плазменная наплавка;
- плазменное напыление;
- металлизация;
- монтажная;
- контрольная.

Контроль качества ремонта осуществляется в обязательном порядке после выполнения всех операций, а также после проведения ответственных операций с целью исключения возможности появления брака.

В качестве приспособлений при ремонте применяют как станочные приспособления для механической, слесарной обработки, так и специальные приспособления, инструмент и оборудование, предназначенные только для выполнения ремонтных операций.

4. Исходная информация для разработки технологического процесса ремонта

В состав исходной информации ремонтных документов входят:

1. Базовая информация – ремонтный и рабочий чертежи детали, изделия, количество деталей подлежащих ремонту, срок освоения производства ремонта.
2. Руководящая информация – технические условия на капитальный и средний ремонт, техническое задание на ремонт, технические требования на дефектацию и ремонт, типовые технологические процессы ремонта, стандарты ЕСТПП и ЕСТД и др.

3. Справочная информация – каталог деталей и сборочных единиц изделия, каталоги оборудования, приспособлений, инструмента, нормы времени на ремонт, механическую обработку, справочная литература по ремонту, выбору способов восстановления и др.

Технические условия на капитальный и средний ремонты (применительно к судовым изделиям) являются основными документами, на основании которых разрабатываются ремонтные чертежи, технологические схемы и процессы ремонта.

5. Оформление технологических документов

5.1. Общие требования

5.1.1. Ремонтными считаются чертежи, предназначенные для:

- ремонта деталей;
- ремонта сборочных единиц;
- сборки и контроля отремонтированного изделия.

Ремонтными называются размеры, установленные для ремонтируемой детали или для изготовления новой детали взамен изношенной, отличающиеся от аналогичных размеров детали по рабочему чертежу.

Ремонтные размеры делятся на категорийные и пригоночные. Категорийными называются ремонтные окончательные размеры детали, установленные для определённой категории ремонта.

Пригоночными называются ремонтные размеры детали, установленные с учётом припуска на пригонку детали «по месту».

В комплект ремонтных чертежей изделия входят:

- чертежи, перечисленные в п. 5.1.1;
- чертёж габаритный, если в результате ремонта должны измениться габаритные размеры изделия;
- чертёж монтажный, если в результате ремонта составных частей изделия изменяются графически изложенные условия монтажа по сравнению с условиями в монтажных чертежах, входящих в комплект конструкторской рабочей документации;
- схемы, если в процессе ремонта в электрическую, кинематическую и подобные схемы изделия должны быть внесены изменения;
- спецификации;
- ведомость спецификаций;

– ведомость ссылочных документов, если в перечисленных документах имеются ссылки на документы, которые не входят в комплект ремонтных документов изделия;

– рабочие чертежи для изготовления инструментов и принадлежностей, входящих в состав ЗИП, если в результате ремонта изделия требуется применять инструменты и принадлежности с изменёнными присоединительными размерами.

Допускается в комплект ремонтных чертежей включать анализы размерных и кинематических цепей, расчёты отремонтированных деталей и сборочных единиц на прочность, инструкции по ремонту и пр.

5.1.3. Чертежи ремонтные, габаритные, монтажные, схемы, спецификации, ведомости и другие документы, перечисленные в п. 5.1.1 и 5.1.2, выполняют в соответствии с требованиями стандартов Единой системы конструкторской документации и настоящего стандарта.

5.1.4. На чертежах габаритных, монтажных, схемах, входящих в комплект ремонтной документации, помещают только те данные, которые отличны от данных соответствующих документов, входящих в комплект рабочей документации.

5.2. Правила выполнения ремонтных чертежей

5.2.1. На ремонтных чертежах указывают только размеры, предельные отклонения, зазоры и другие данные, которые должны быть выполнены и проверены в процессе ремонта и сборки изделия.

5.2.2. На детали, которые при ремонте не могут быть разъединены (неразъёмные соединения, выполненные клёпкой, сваркой, пайкой и т. п.), отдельные чертежи не выпускают. Указания по ремонту таких деталей приводят на ремонтном чертеже соответствующей сборочной единице с добавлением отдельных изображений, поясняющих сущность ремонта.

5.2.3. На ремонтных чертежах (за исключением чертежей на вновь изготавливаемые детали и сборочные единицы) изображают только те виды, разрезы и сечения, которые необходимы для ремонта детали или сборочной единицы.

5.2.4. На ремонтных чертежах места, подлежащие ремонту, выполняют сплошной основной линией толщиной $(2-3)S$, а остальная часть изображения – сплошная тонкая линия (рис. 1).

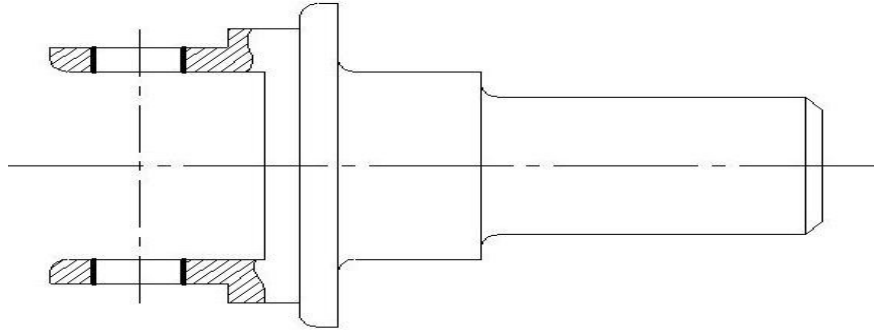


Рис. 1. Оформление ремонтируемого места

Примечание. Приведенные чертежи выполнены со степенью полноты, необходимой для иллюстрации изложенных в стандарте правил, и не должны рассматриваться как пример полного оформления соответствующих чертежей.

Если у отдельных элементов ремонтируемой детали меняется конфигурация, то изменённую часть детали показывают на чертеже сплошной основной линией, а неизменённую часть – сплошной тонкой линией (рис. 2).

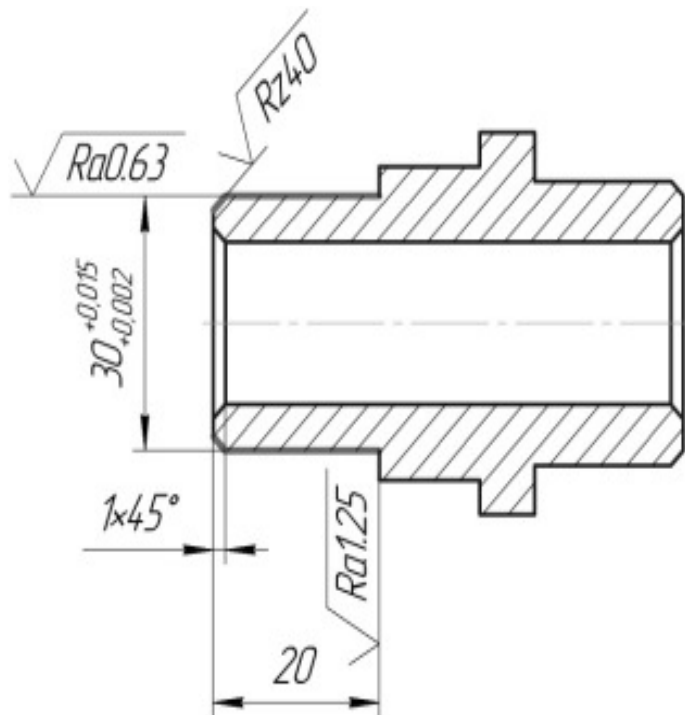


Рис. 2. Оформление измененной конфигурации детали

5.2.5. На чертеже детали, ремонтируемой сваркой, наплавкой, нанесением металлопокрытий и т. п., рекомендуется выполнять изображение подготовки соответствующего участка детали к ремонту (рис. 3).

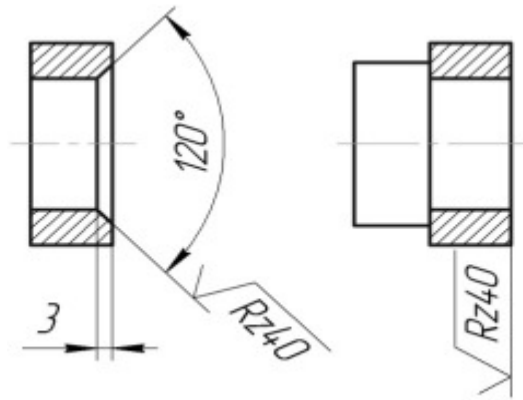


Рис. 3. Оформление детали, ремонтируемой сваркой, наплавкой, нанесением металлопокрытий

5.2.6. В случае нанесения восстанавливающего покрытия на изнашиваемые поверхности рекомендуется выполнить эскиз подготовки соответствующего участка поверхности или всей детали к ремонту с указанием необходимых размеров. При этом необходимо указать способ восстановления и марку восстанавливаемого материала (рис. 4). Допускается отдельные приемы восстановления описывать в технических требованиях на ремонт. На ремонтных чертежах покрытие, наносимое в процессе ремонта изнашиваемых поверхностей, показывают условно штрихпунктирной линией.

| D_1 | D_n | D_n |
|--------------------------------|---------------------|------------------------|
| предварительный мех. обработка | Номинальный размер | Размер после напыления |
| $\Phi 28_{-0.2}$ | $\Phi 28.8_{-0.06}$ | $\Phi 29.7_{-0.2}$ |

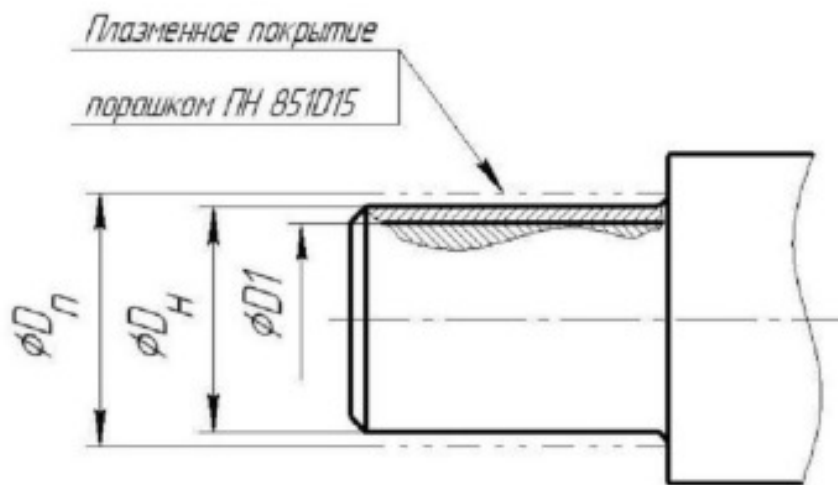


Рис. 4. Оформление нанесения восстанавливающего покрытия на изнашиваемую поверхность

5.2.7. При применении сварки, пайки и тому подобных операций на ремонтируемом чертеже указывают наименование, марку, размеры материала, используемого при ремонте, а также номер стандарта на тот материал (рис. 5).

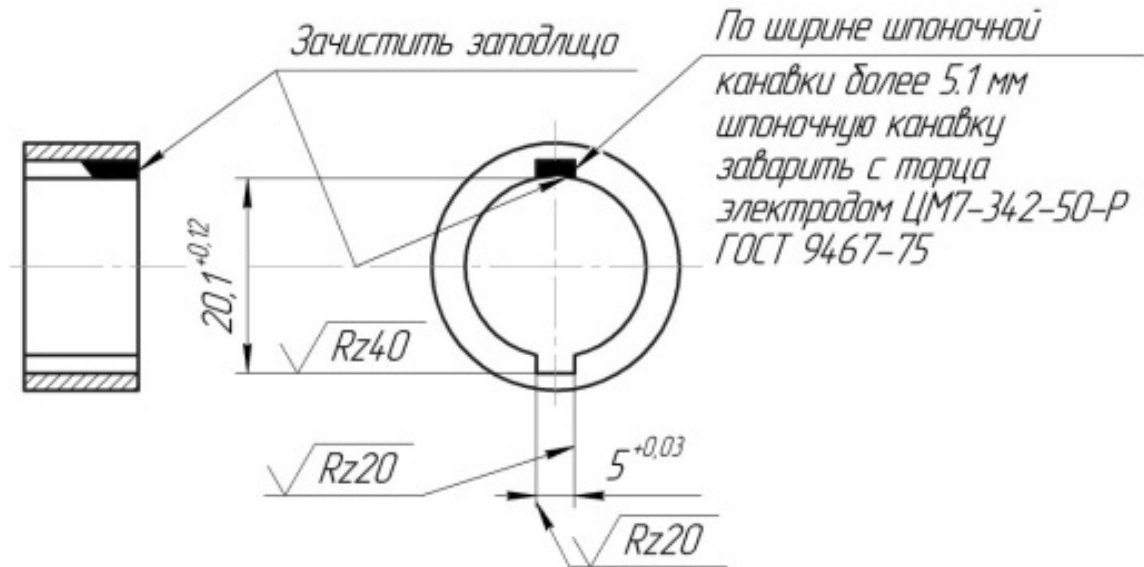


Рис. 5. Оформление сварки, пайки

5.2.8. Если при ремонте детали удаляют изношенную часть и заменяют её новой (рис. 6), то на эскизе подготовки детали к ремонту удаляемую часть изображают штрихпунктирной тонкой линией (рис. 7).

Заготовку для новой части детали вычерчивают на отдельном ремонтном чертеже.

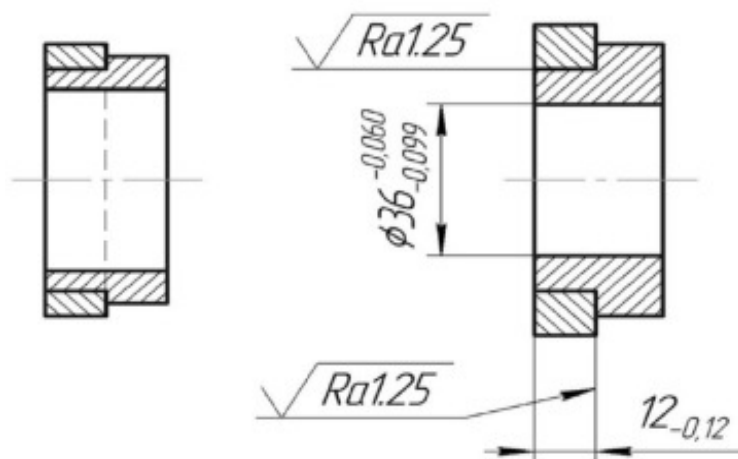


Рис. 6. Обозначение замены изношенной части на новую

Рис. 7. Эскиз подготовки детали к ремонту

5.2.9. На ремонтном чертеже детали, для которой установлены пригоночные размеры, при необходимости указывают установочные базы для пригонки детали «по месту».

5.2.10 На ремонтных чертежах категорийные и пригоночные размеры, а также размеры детали, ремонтируемой снятием минимально необходимого слоя материала, проставляют буквенными обозначениями, а их числовые величины и другие данные указывают на линиях-выноски (рис. 8) или в таблице (рис. 9). Таблицу помещают в правой верхней части чертежа.

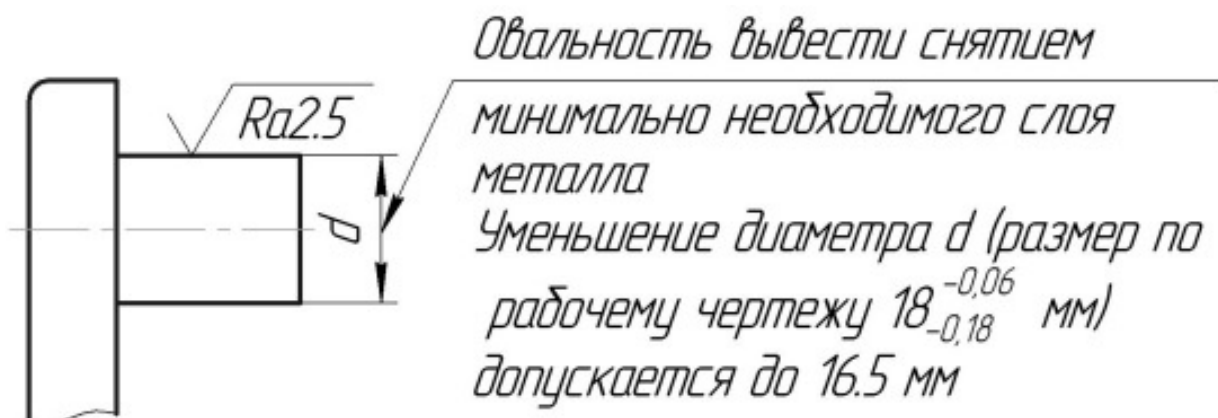


Рис. 8. Обозначение категорийных, пригоночных размеров

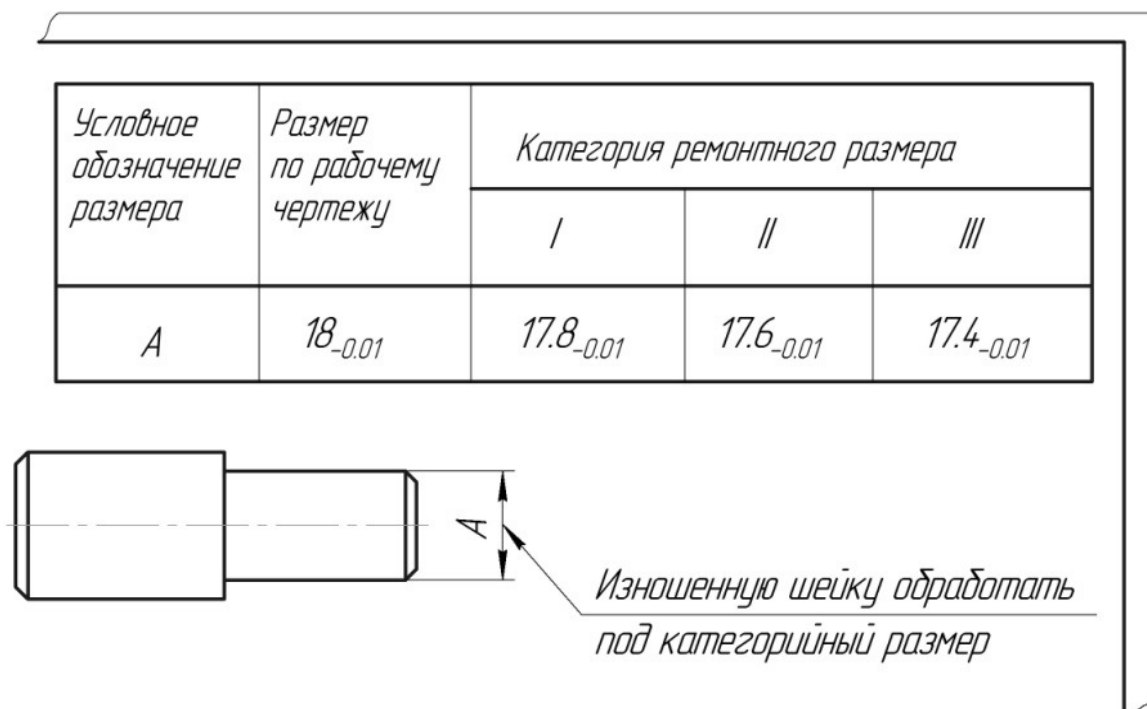


Рис. 9. Обозначение категорийных, пригоночных размеров в табличной форме

5.2.11. На ремонтных чертежах в сопряженных деталях с категорийными размерами сохраняется класс точности и посадка, предусмотренные в рабочих чертежах.

5.2.12. На ремонтных чертежах деталей и сборочных единиц для определения способа ремонта помещают технологические требования и указания, которые являются единственными для восстановления эксплуатационных характеристик изделия.

Технологические требования, относящиеся к отдельному элементу детали или сборочной единицы, помещают на ремонтном чертеже, как правило, рядом с соответствующим элементом или участком детали или сборочной единицы.

5.2.13. Надписи, таблицы, а также технические требования на ремонтных чертежах деталей и сборочных единиц ремонтируемых изделий выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.316–95.

5.2.14. На ремонтном чертеже одновременно допускается указывать несколько вариантов ремонта одних и тех же элементов детали с соответствующими разъяснениями на чертеже. На каждый принципиально отличный вариант ремонта детали или сборочной единицы выполняют отдельный чертёж.

5.2.15. Если при ремонте детали в неё необходимо ввести дополнительные детали (втулку, стопорный винт и т. п.), то ремонтный чертёж детали выполняют как сборочный.

5.2.16. На ремонтных чертежах деталей содержание графы «Материал» основной надписи должно соответствовать содержанию аналогичной графы рабочего чертежа детали. Номера отменённых стандартов на материалы не указывают.

5.2.17. Предельные отклонения размеров 7, 8, 9 и 10-го классов точности проставляют на ремонтных чертежах с округлением до десятых долей миллиметра.

5.2.18. Если на ремонтном чертеже одной детали дано исчерпывающее указание об изготовлении другой (сопряженной) детали по рабочей конструкторской документации (рис. 10) и эта документация включена в комплект документов для ремонта изделия, то отдельный ремонтный чертёж на сопряженную деталь не выполняют.

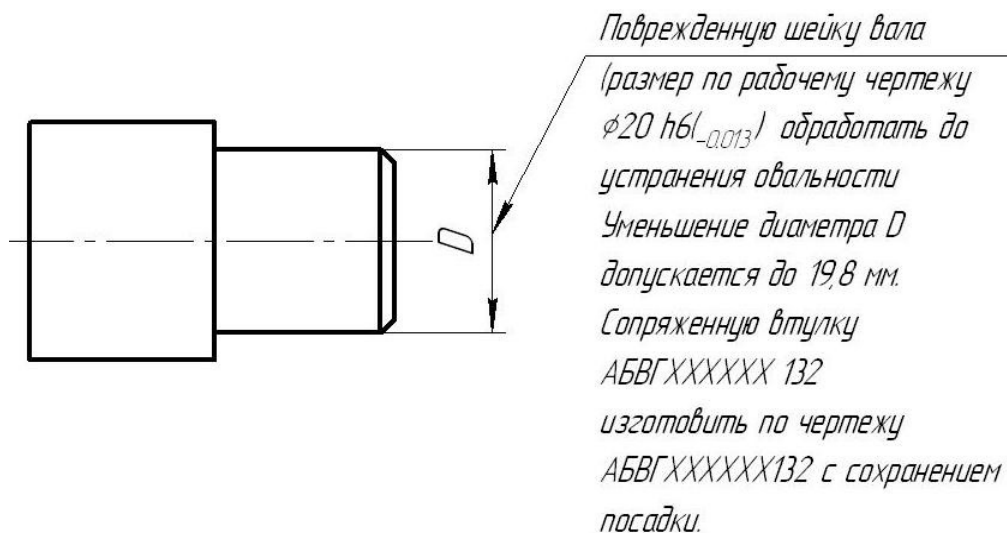


Рис. 10. Пример ремонтного чертежа

5.3. Шероховатость поверхности

Шероховатость поверхности обозначают на чертеже по требованиям ГОСТ 2.309–73 для всех выполняемых по данному чертежу поверхностей изделия, независимо от методов их образования, кроме поверхностей, шероховатость которых не обусловлена требованиями конструкции.

Структура обозначения шероховатости поверхности приведена на рис. 11.

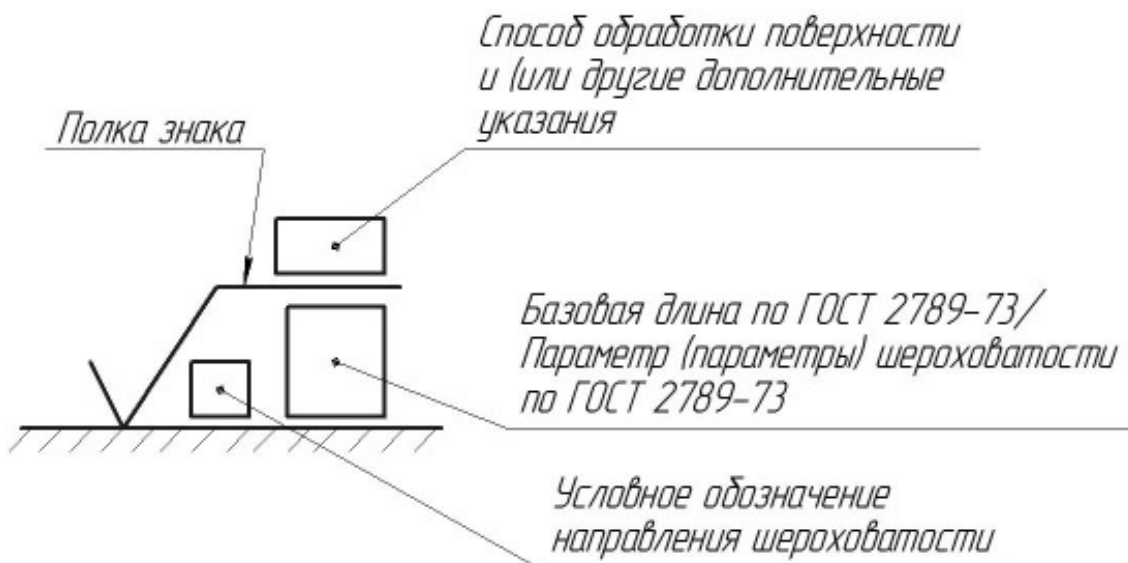


Рис. 11. Структура обозначения шероховатости поверхности

При применении знака без указания параметра и способа обработки его изображают без полки.

В обозначении шероховатости поверхности применяют один из знаков, изображенных на рис. 12–14.

Высота h должна быть приблизительно равна применяемой на чертеже высоте цифр размерных чисел. Высота H равна $(1,5 \dots 5)h$. Толщина линий знаков должна быть приблизительно равна половине толщины сплошной линии, применяемой на чертеже.

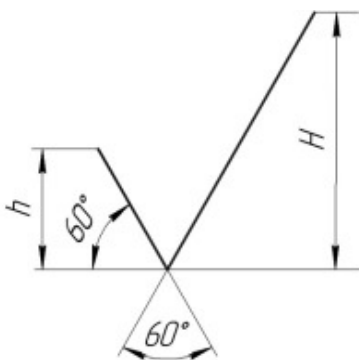


Рис. 12. Обозначение шероховатости поверхности без указания способа обработки

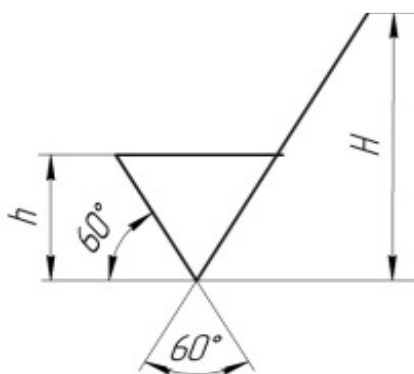


Рис. 13. Обозначение шероховатости поверхности при образовании которой обязательно удаление слоя материала

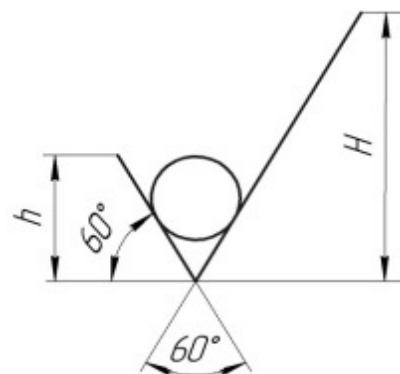


Рис. 14. Обозначение шероховатости поверхности без удаления слоя материала

В обозначении шероховатости поверхности, способ обработки которой конструктором не устанавливается, применяют знак, изображенный на рис. 12.

В обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована только удалением слоя материала, применяют знак, приведенный на рис. 13.

В обозначении шероховатости поверхности, которая должна быть образована без удаления слоя материала, применяют знак (см. рис. 14) с указанием значения параметра шероховатости.

Поверхности детали, изготовляемой из материала определенного профиля и размера, не подлежащие по данному чертежу дополнительной обработке, должны быть отмечены знаком (см. рис. 14) без указания параметра шероховатости.

Состояние поверхности, обозначенной знаком (см. рис. 13) должно соответствовать требованиям, установленным соответствующим стандартом или техническими условиями, или другим документом. Причем на этот документ должна быть приведена ссылка, например, в виде указания сортамента материала в графе 3 основной надписи чертежа по ГОСТ 2.104–68.

Значение параметра шероховатости по ГОСТ 2789–73 указывают в обозначении шероховатости после соответствующего символа, например:

$Ra\ 0,4$, $R_{max}\ 6,3$; $S_m\ 0,63$; $t_{50}\ 70$; $S\ 0,032$; $Rz\ 50$.

При указании наибольшего значения параметра шероховатости в обозначении приводят параметр шероховатости без предельных отклонений, например:

$\sqrt{Ra0.4}$ $\sqrt{Ra50}$

При указании наименьшего значения параметра шероховатости после обозначения параметра следует указывать «min», например:

$\sqrt{Ra3.2min}$ $\sqrt{Rz50min}$

При нормировании требований к шероховатости поверхности параметрами Ra , Rz , R_{max} базовую длину в обозначении шероховатости не приводят, если она соответствует указанной в приложении 1 ГОСТ 2789–73 для выбранного значения параметра шероховатости.

Вид обработки поверхности указывают в обозначении шероховатости только в случаях, когда он является единственным применимым для получения требуемого качества поверхности (рис. 15).

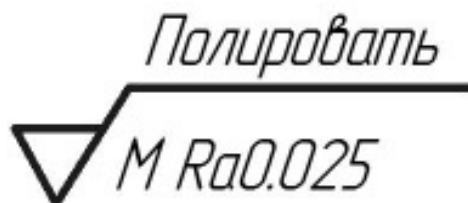


Рис. 15. Пример указания вида обработки поверхности

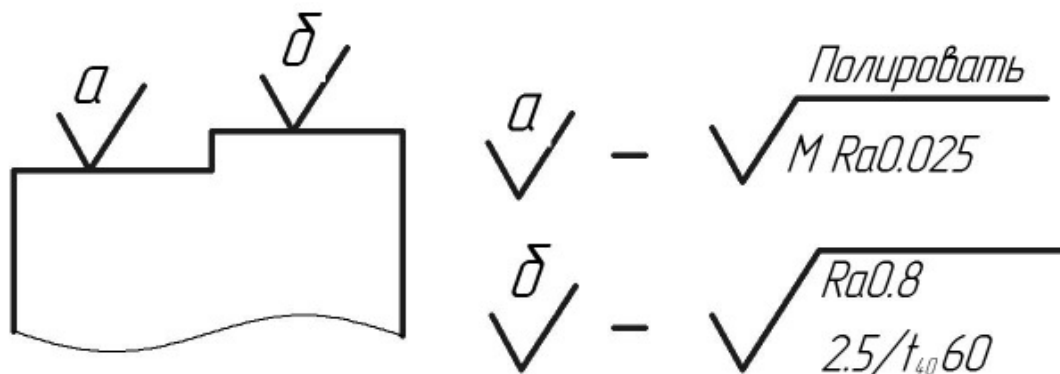


Рис. 16. Пример упрощенного обозначения шероховатости поверхностей

Допускается применять упрощенное обозначение шероховатости поверхностей с разъяснением его в технических требованиях чертежа по примеру, указанному на рис. 16. В упрощенном обозначении используют знак \surd и строчные буквы русского алфавита в алфавитном порядке, без повторений.

Обозначения шероховатости поверхностей на изображении изделия располагают на линиях контура, выносных линиях (по возможности ближе к размерной линии) или на полках линий-выносок.

Допускается при недостатке места располагать обозначения шероховатости на размерных линиях или на их продолжениях, а также разрывать выносную линию (рис. 17).

На линии невидимого контура допускается наносить обозначение шероховатости только в том случае, когда от этой линии нанесен размер.

Обозначение шероховатости поверхности, в которых знак имеет полку, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на рис. 18 и 19.

Обозначения шероховатости поверхности, в которых знак не имеет полки, располагают относительно основной надписи чертежа так, как показано на рис. 20.

Примечание. При расположении поверхности в заштрихованной зоне (см. рис. 18–20) обозначение наносят только на полке-выноске.

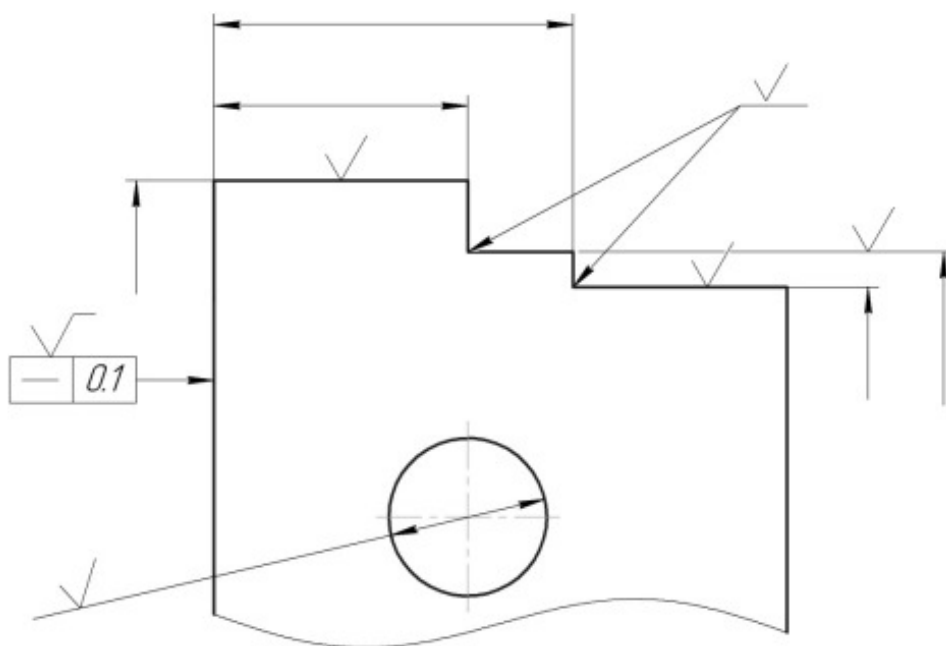


Рис. 17. Примеры расположения обозначения шероховатости

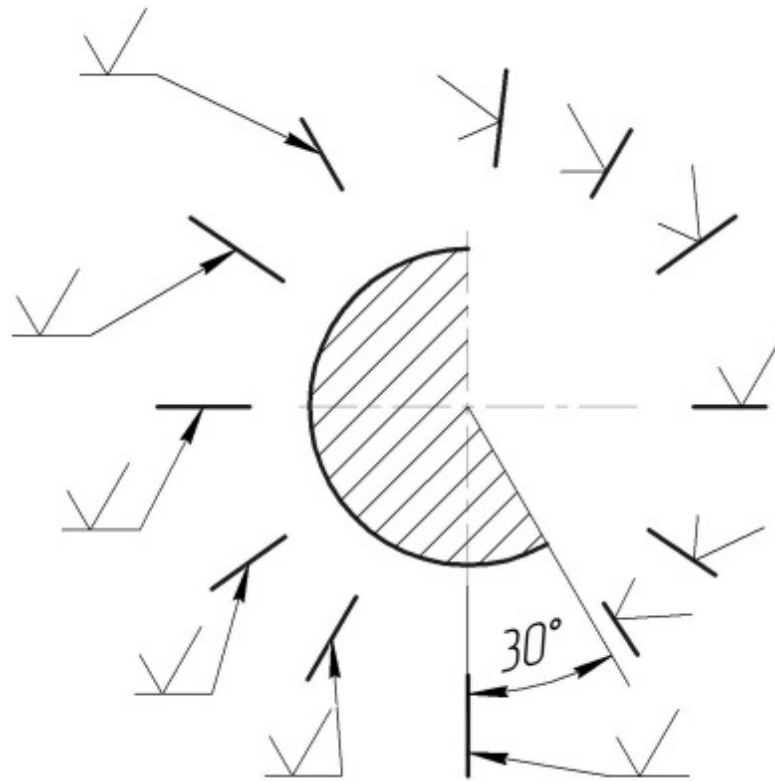


Рис. 18. Обозначение шероховатости поверхности знаком с полкой слева относительно основной надписи

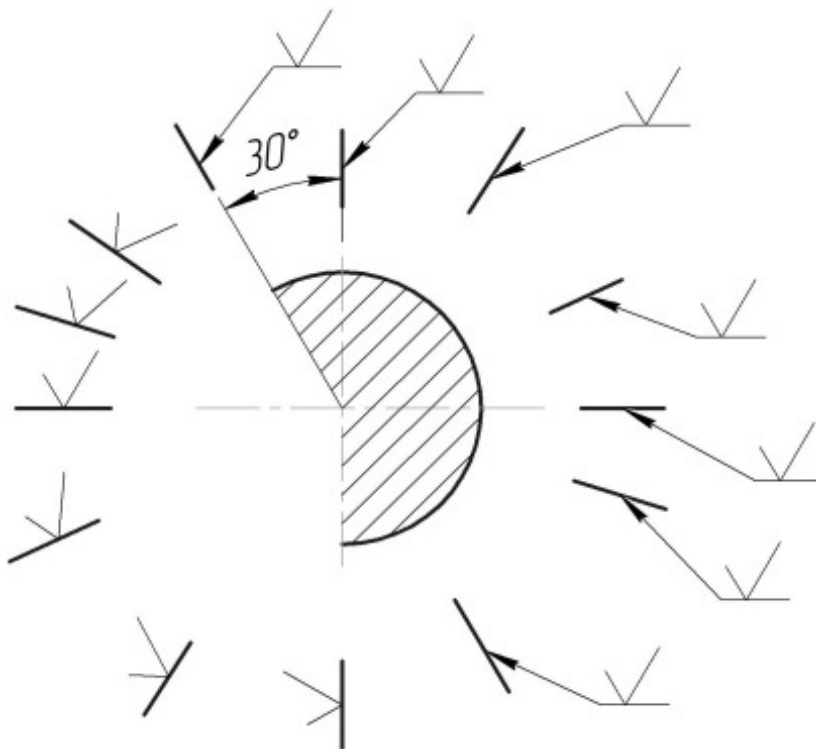


Рис. 19. Обозначение шероховатости поверхности знаком с полкой справа относительно основной надписи

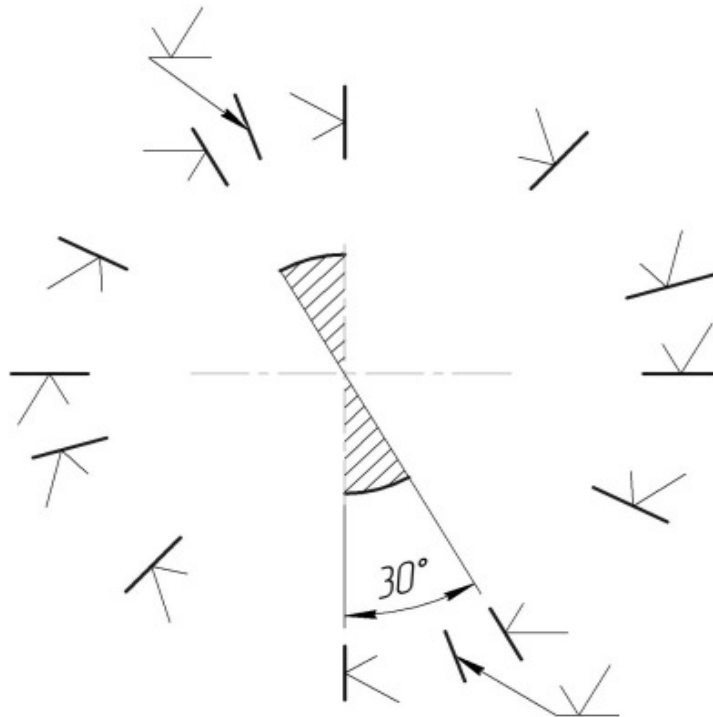


Рис. 20. Обозначение шероховатости поверхности знаком без полки относительно основной надписи

При обозначении изделия с разрывом обозначение шероховатости наносят только на одной части изображения, по возможности ближе к месту указания размеров (рис. 21).

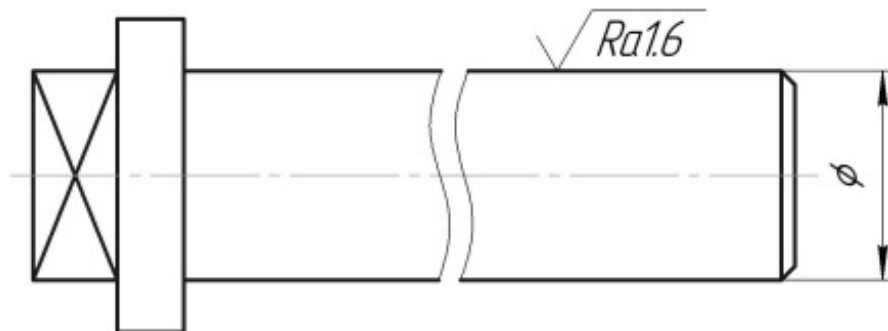


Рис. 21. Пример обозначения шероховатости поверхности

При указании одинаковой шероховатости для всех поверхностей изделия обозначение шероховатости помещают в правом верхнем углу чертежа и на изображение не наносят (рис. 22). Размеры и толщина линий знака в обозначении шероховатости, вынесенного в правый верхний угол чертежа, должны быть приблизительно в 1,5 раза больше, чем на обозначениях, нанесенных на изображение.

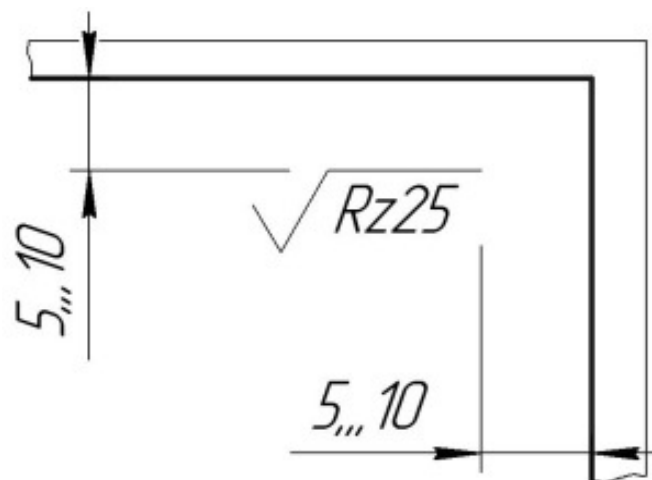


Рис. 22. Указание шероховатости одинаковой для всех поверхностей изделия

Обозначение шероховатости, одинаковой для части поверхностей изделия, может быть помещено в правом верхнем углу чертежа (рис. 23, 24) вместе с условным обозначением ($\sqrt{\quad}$). Это означает, что все поверхности, на которых на изображении не нанесены обозначения шероховатости или знак $\sqrt{\quad}$, должны иметь шероховатость, указанную перед условным обозначением.

Размеры знака, взятого в скобки, должны быть одинаковыми с размерами знаков, нанесенных на изображение.

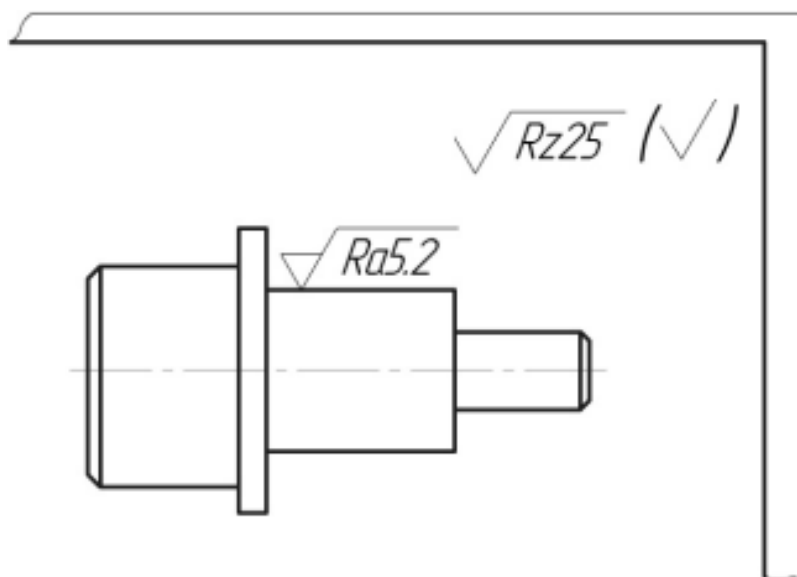


Рис. 23. Указание шероховатости, одинаковой для части поверхности изделия

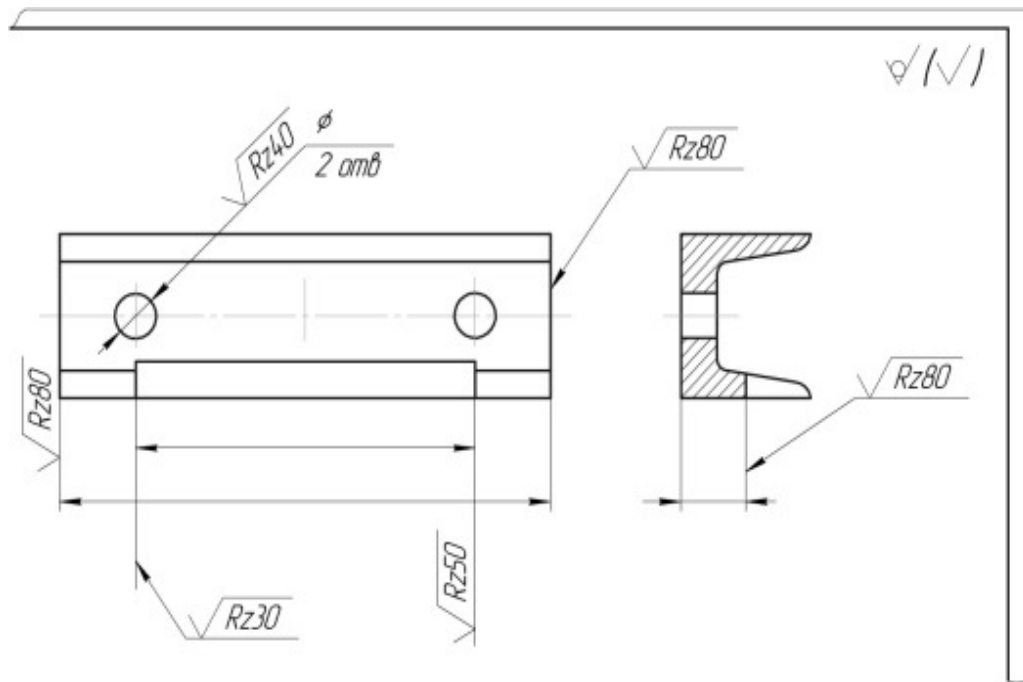



Рис. 24. Указание шероховатости, когда большая часть поверхностей не обрабатывается по данному чертежу

Примечание. Не допускается обозначение шероховатости или знак  выносить в правый верхний угол чертежа при наличии в изделии поверхностей, шероховатость которых не нормируется.

Обозначение шероховатости поверхностей повторяющихся элементов изделия (отверстий, пазов, зубьев и т. п.), количество которых указано на чертеже, а также обозначение шероховатости одной и той же поверхности наносят один раз, независимо от числа изображений.

Обозначение шероховатости симметрично расположенных элементов симметричных изделий наносят один раз.

Если шероховатость одной и той же поверхности различна на отдельных участках, то эти участки разграничивают сплошной тонкой линией с нанесением соответствующих размеров и обозначения шероховатости (рис. 25). Через заштрихованную зону линию границы между участками не проводят.

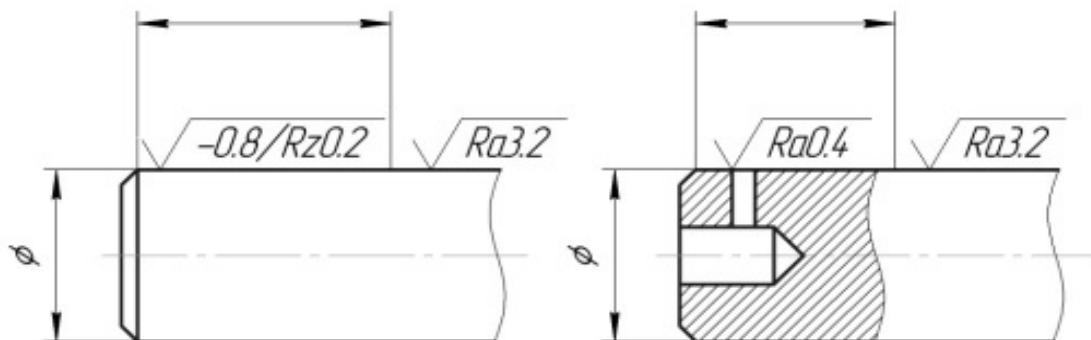


Рис. 25. Пример обозначения различной шероховатости на одной поверхности

Обозначение шероховатости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес, эвольвентных шлицев и тому подобных деталей, если на чертеже не приведен их профиль, условно наносят на линии делительной поверхности, а для глобоидных червяков и сопряженных для них колес – на линии расчетной окружности (рис. 26).

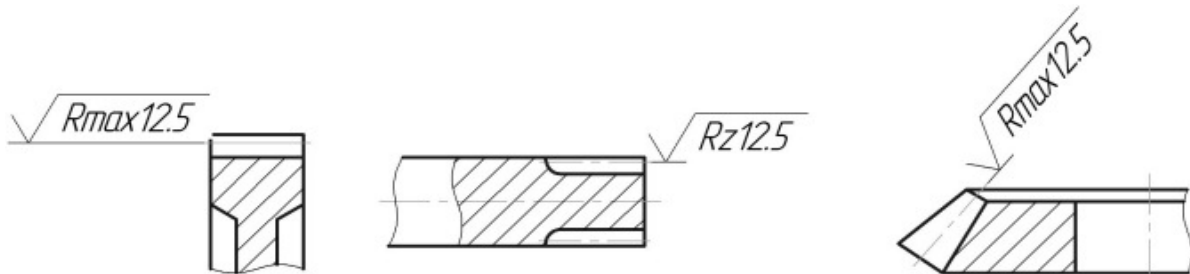


Рис. 26. Примеры обозначения шероховатости рабочих поверхностей зубьев

Обозначение шероховатости поверхности профиля резьбы наносят по общим правилам при изображении профиля или условно на выносной линии для указания размера резьбы (рис. 27, 28 и 29), на размерной линии или на ее продолжении.

Рис. 27. Примеры обозначения шероховатости наружной резьбы

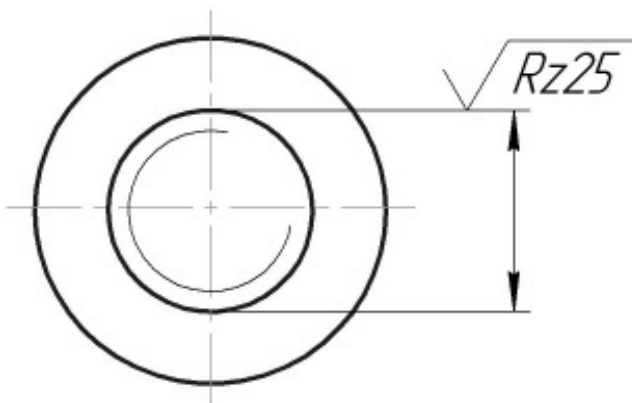
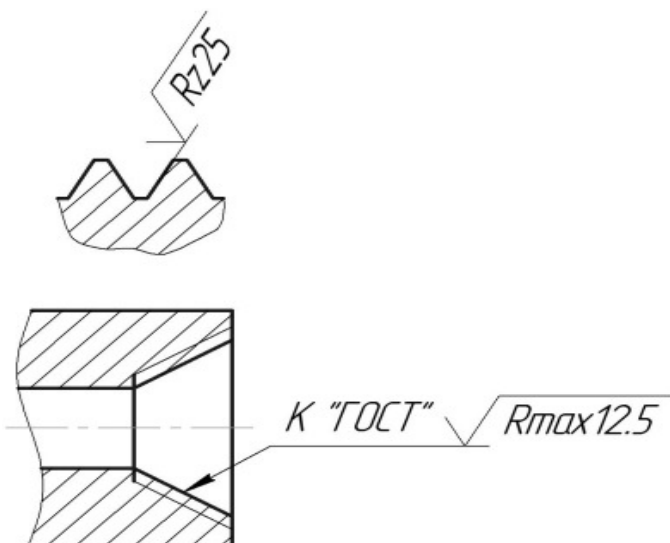


Рис. 28. Пример обозначения шероховатости внутренней конической резьбы



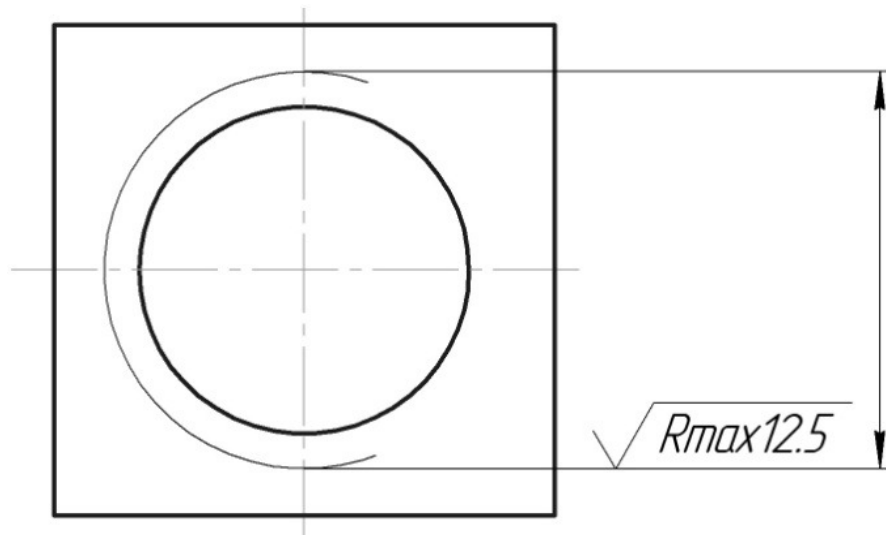


Рис. 29. Пример обозначения шероховатости внутренней резьбы

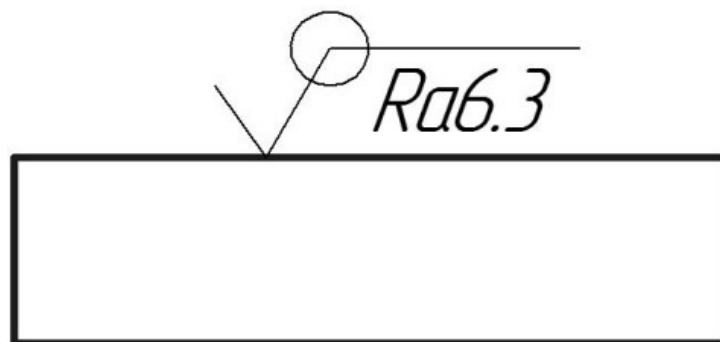


Рис. 30. Обозначение одинаковой шероховатости поверхностей, образующих замкнутый контур

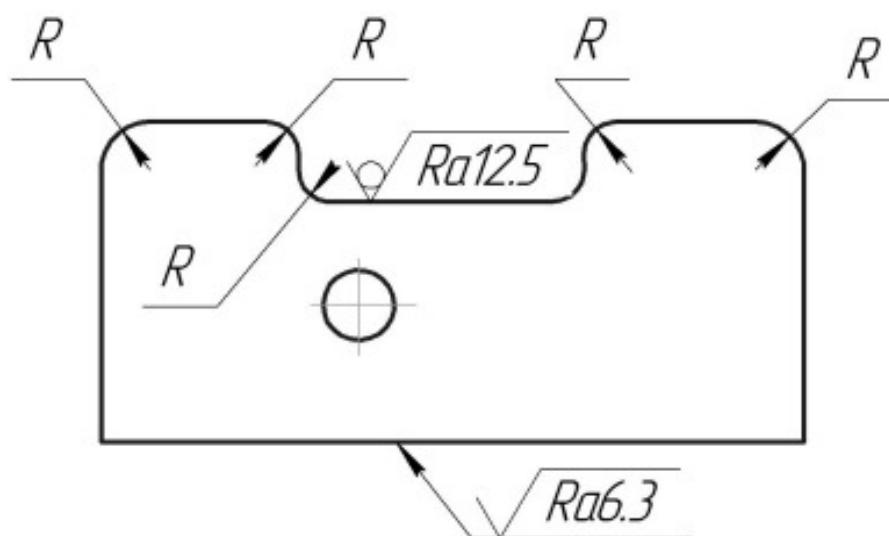


Рис. 31. Пример обозначения шероховатости поверхности, плавно переходящей одна в другую

Шероховатость поверхностей, образующих контур, должна быть одинаковой. В этом случае обозначение шероховатости наносят один раз в соответствии с рис. 30.

В обозначении одинаковой шероховатости, плавно переходящих одна в другую, знак \bigcirc не приводят (рис. 31).

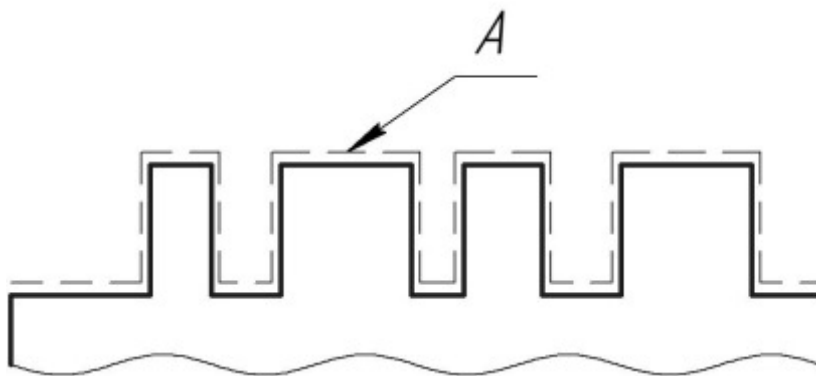


Рис. 32. Пример обозначения поверхности сложной формы, имеющей одинаковую шероховатость

Обозначение одинаковой шероховатости поверхности сложной конфигурации допускается приводить в технических требованиях чертежа со ссылкой на буквенное обозначение поверхности, на-

пример: «шероховатость поверхности $A \sqrt{Ra16}$ ». При этом буквенное обозначение поверхности наносят на полке линии выноски, проведенной от утолщенной штрихпунктирной линии, которой обводят поверхность на расстоянии 0,8 ... 1 мм от линии контура (рис. 32).

5.4. Сварные соединения

Обозначения сварных швов на сборочных чертежах должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.312–72.

Шов сварного соединения, не зависимо от способа сварки, условно изображают:

- видимым** – сплошной основной линией (рис. 33, а и в);
- невидимым** – штриховой линией (рис. 33, г).

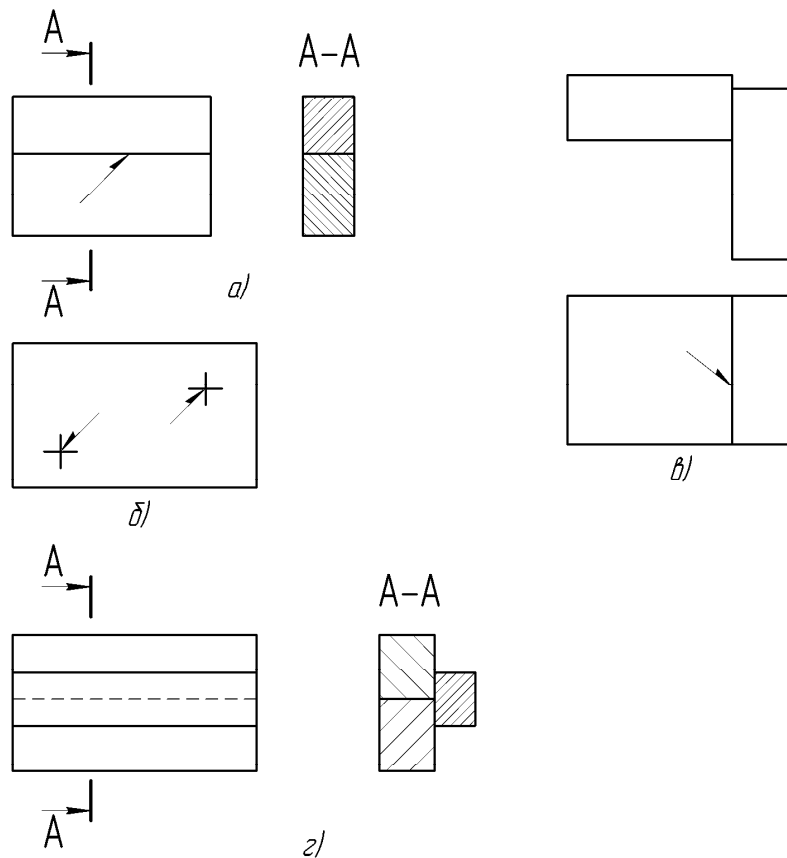


Рис. 33. Условное изображение сварного соединения

Видимую одиночную сварную точку, независимо от способа сварки, условно изображают знаком «+» (рис. 33, б), который выполняют сплошными линиями (рис. 34).

Невидимые одиночные точки не изображают. От изображения шва или одиночной точки проводят линию-выноску, заканчивающуюся односторонней стрелкой (см. рис. 33). Линию-выноску предпочтительно проводить от видимого шва.

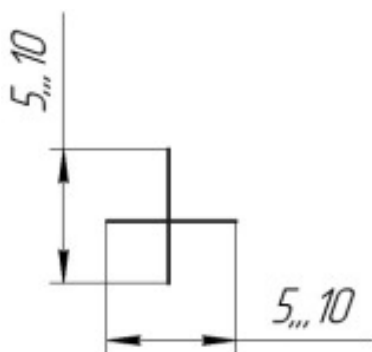


Рис. 34. Условное изображение одиночной сварной точки

На изображение сечения многопроходного шва допускается наносить контуры отдельных проходов, при этом их необходимо обозначить прописными буквами русского алфавита (рис. 35).

Шов, размеры конструктивных элементов которого стандартами не установлены (нестандартный шов), изображаются с указанием размеров конструктивных элементов, необходимых для выполнения шва по данному чертежу (рис. 36).

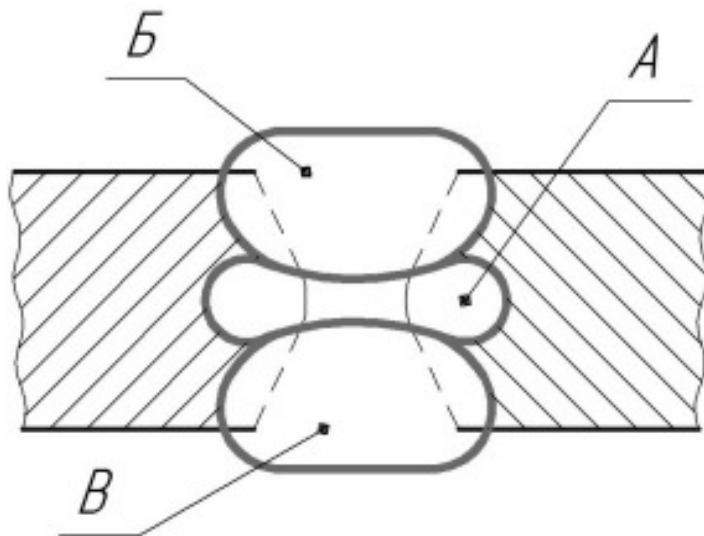


Рис. 35. Изображение сечения многопроходного шва

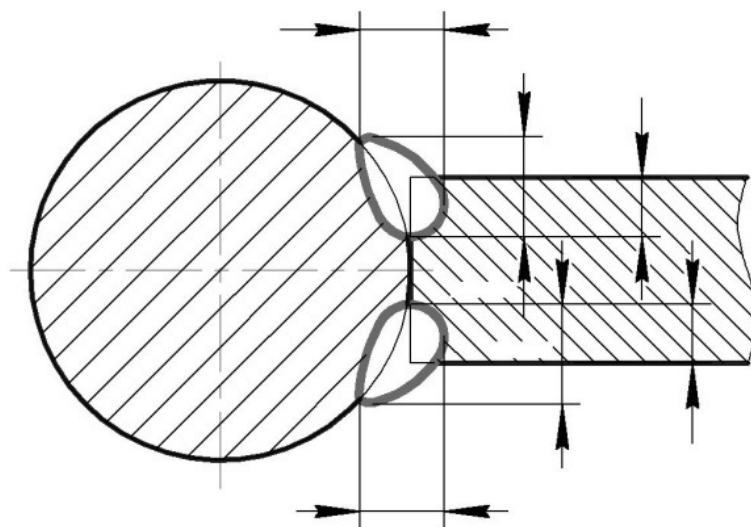

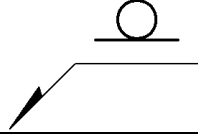


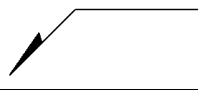


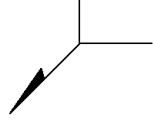

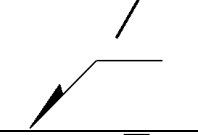
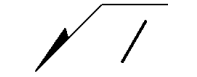

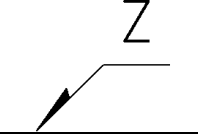
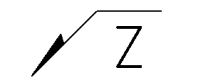
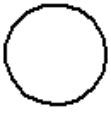
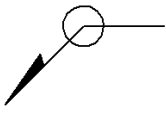
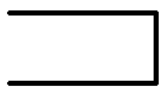
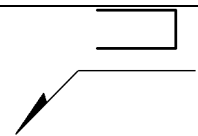
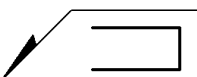


Рис. 36. Изображение нестандартного шва

Границы шва изображают сплошными основными линиями, а конструктивные элементы кромок в границах шва – сплошными тонкими линиями.

Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов приведены в табл. 2.

Вспомогательные знаки для обозначения сварных швов

| Вспомогательный знак | Расшифровка знака | Относительно полки линии-выноски, проведенной от изображения шва | |
|---|--|---|---|
| | | с лицевой стороны | с оборотной стороны |
|  | Усиление шва снять |  |  |
|  | Наплывы и неровности обрабатывать с плавным переходом к основному металлу |  |  |
|  | Шов выполнить при монтаже изделия, т. е. при установке его по монтажному чертежу на месте применения |  | |
|  | Шов прерывистый или точечный с цепным расположением (угол наклона линии 60°) |  |  |
|  | Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением |  |  |
|  | Шов по замкнутой линии (диаметр знака – 3...5 мм) |  | |
|  | Шов по незамкнутой линии (знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа) |  |  |

Примечания. 1. За лицевую сторону одностороннего шва сварного соединения принимают сторону, с которой производят сварку. 2. За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с несимметрично подготовленными кромками принимают сторону, с которой производят сварку основного шва. 3. За лицевую сторону двустороннего шва сварного соединения с симметрично подготовленными кромками может быть принята любая сторона.

В условном обозначении шва вспомогательные знаки выполняют сплошными тонкими линиями.

Вспомогательные знаки должны быть одинаковой высоты с цифрами, входящими в обозначение шва.

Структура условного обозначения стандартного шва или одиночной сварной точки приведена на схеме (рис. 37).

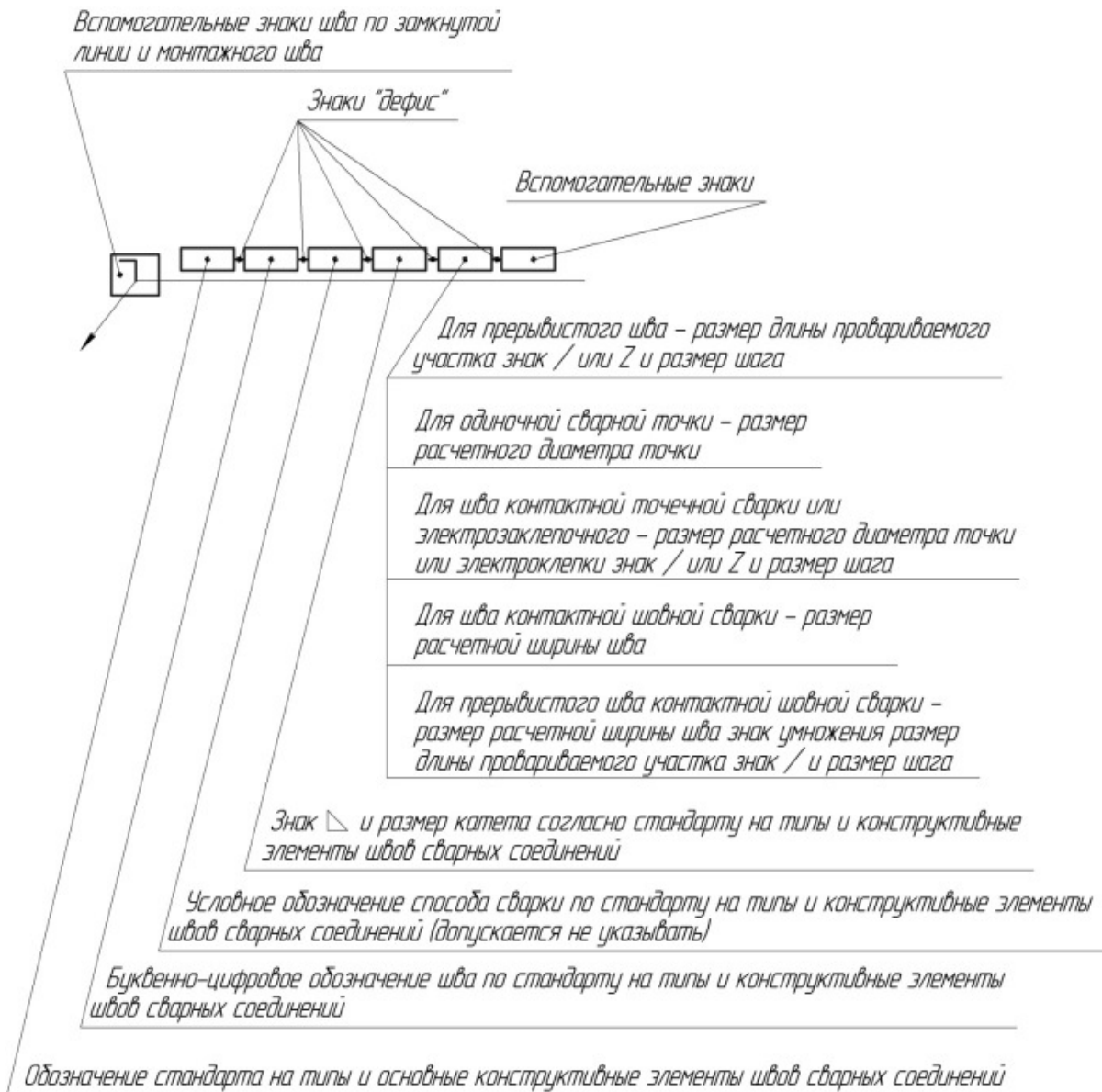


Рис. 37. Структура условного обозначения стандартного шва

Знак \triangle выполняют сплошными тонкими линиями. Высота знака должна быть одинаковой с высотой цифр, входящих в обозначение шва.

Структура условного обозначения нестандартного шва или одиночной сварной точки приведена на рис. 38.

В технических требованиях чертежа или таблицы швов указывают способ сварки, которым должен быть выполнен нестандартный шов.

*Вспомогательные знаки шва по замкнутой
линии и монтажного шва*



Рис. 38. Структура условного обозначения нестандартного шва
одиночной сварной точки

Условное обозначение шва наносят на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с лицевой стороны (рис. 39, а) или под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с оборотной стороны (рис. 39, б).

Обозначение шероховатости механически обработанной поверхности шва наносят на полке или под полкой линии-выноски после условного обозначения шва (рис. 40), или указывают в таблице швов (при этом содержание и размеры граф таблицы швов не регламентируется), или приводят в технических требованиях чертежа, например: «Параметр шероховатости поверхности сварных швов ...».

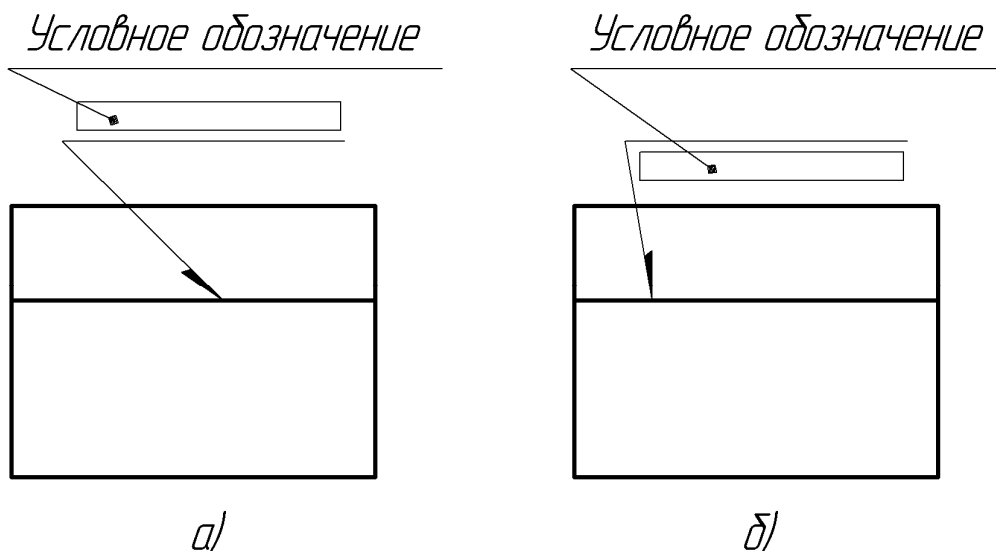


Рис. 39. Условное обозначение сварного шва:
а) с лицевой стороны; б) с оборотной стороны

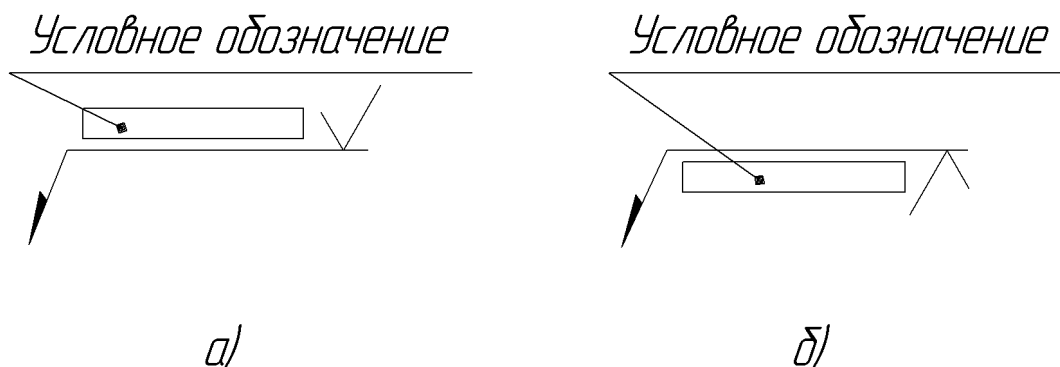


Рис. 40. Обозначение шероховатости механически обратной поверхности шва: а) с лицевой стороны; б) с оборотной стороны

Если для шва сварного соединения установлен контрольный комплекс или категория контроля шва, то их обозначение допускается помещать под линией-выноской (рис. 41).

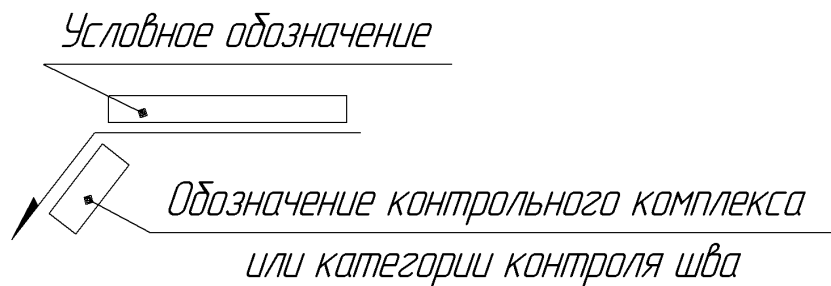


Рис. 41. Обозначение контрольного комплекса или категории контроля шва

В технических требованиях или в таблице швов на чертеже приводят ссылку на соответствующий нормативно-технический документ.

Сварочные материалы указывают на чертеже в технических требованиях или таблице швов. Допускается сварочные материалы не указывать.

При наличии на чертеже одинаковых швов обозначение наносится у одного из изображений, от изображений остальных одинаковых швов проводят линии-выноски с полками. Всем одинаковым швам присваивают одинаковый номер, который наносят:

а) на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва (рис. 42, а);

б) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения, с лицевой стороны (рис. 42, б);

в) на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения, с оборотной стороны (рис. 42, в).

Количество одинаковых швов допускается указывать на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва (см. рис. 42, а).

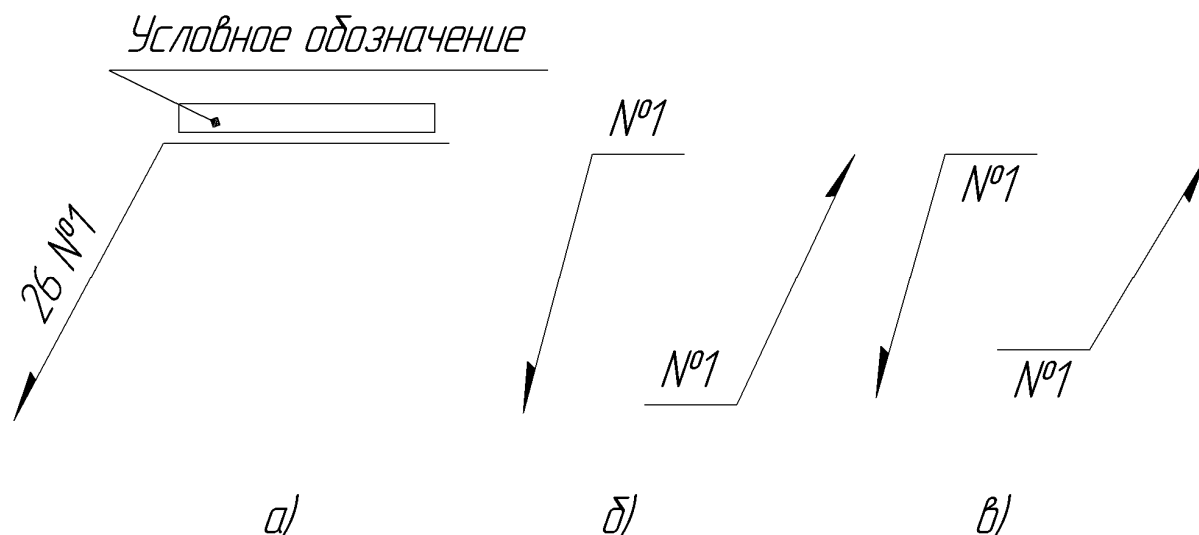


Рис. 42. Обозначение одинаковых швов

Примечание. Швы считаются одинаковыми, если: одинаковы их типы и размеры конструктивных элементов в поперечном сечении; к ним предъявляются одни и те же требования.

При наличии на чертеже швов, выполненных по одному и тому же стандарту, обозначение последнего указывают в технических требованиях чертежа (запись по типу: «Сварные швы ... по ...») или таблице.

Допускается не присваивать порядковый номер одинаковым швам, если все швы на чертеже одинаковы и изображены с одной стороны (лицевой или обратной). При этом швы, не имеющие обозначения, отмечают линиями-выносками без полок (рис. 43).

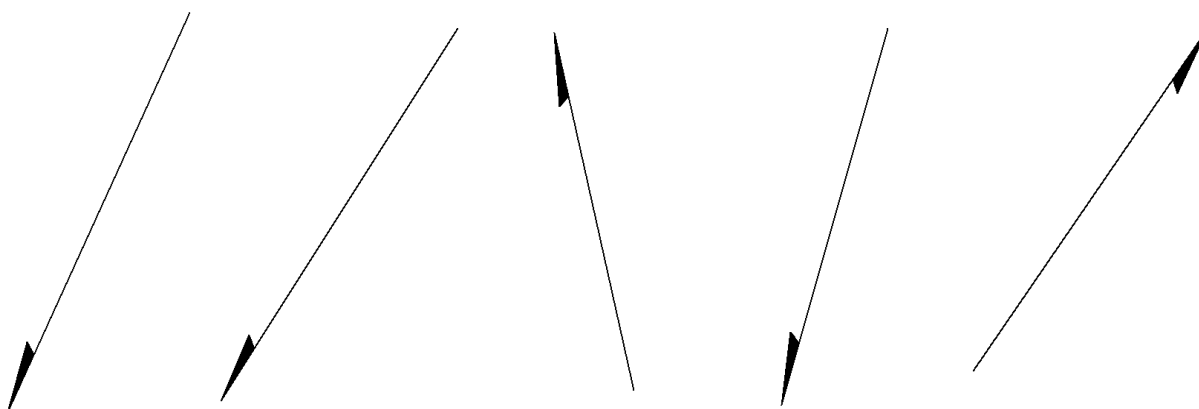


Рис. 43. Обозначение швов с помощью линий-выносок

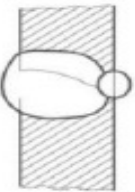
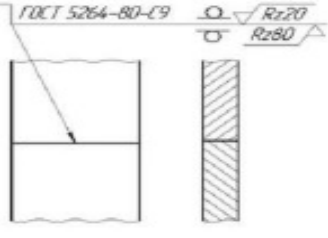
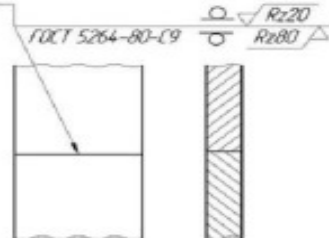
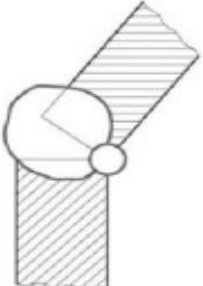
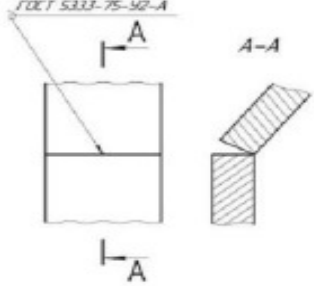
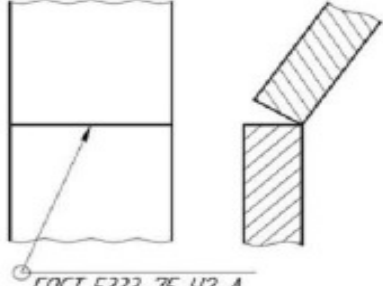
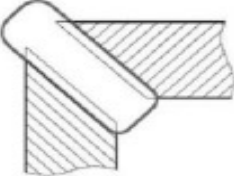
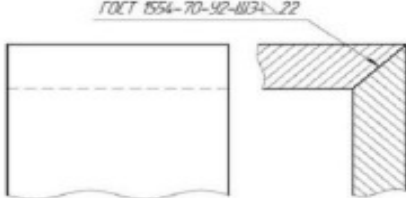
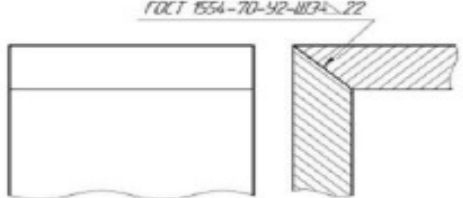
На чертеже изделия, в котором имеются одинаковые составные части, привариваемые одинаковыми швами, эти швы допускается отмечать линиями-выносками и обозначать только у одного из изображений одинаковых частей (предпочтительно у изображения, от которого проведена линия-выноска с номером позиции).

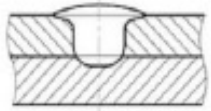
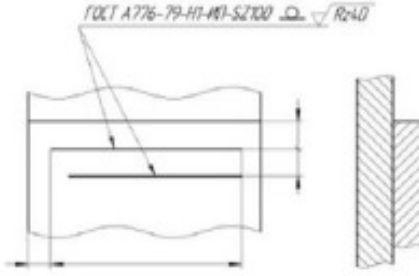
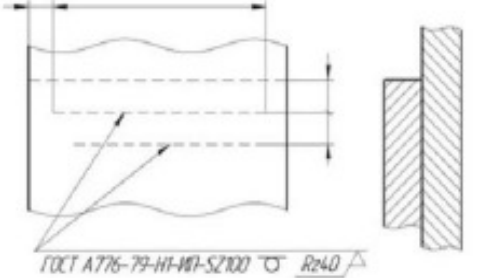

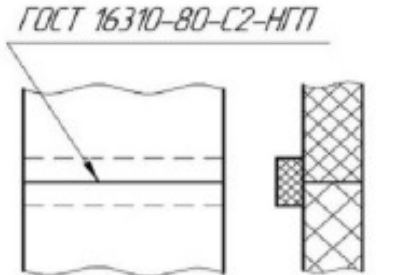
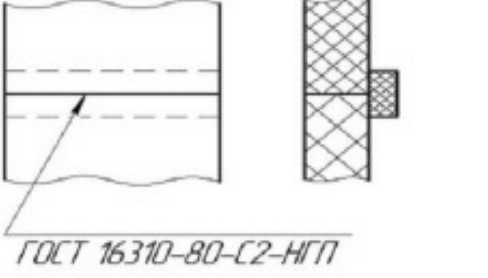
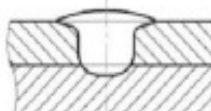
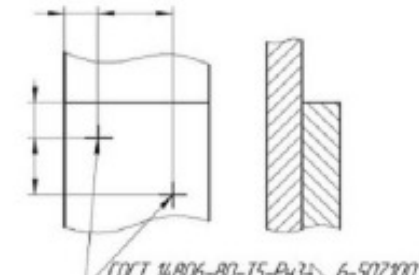
Допускается не отмечать на чертеже швы линиями-выносками, а приводить указания о сварке записью в технических требованиях чертежа, если эта запись однозначно определяет места сварки, способы сварки, типы швов сварных соединений и размеры их конструктивных элементов в поперечном сечении и расположение швов.

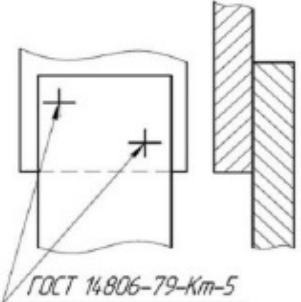
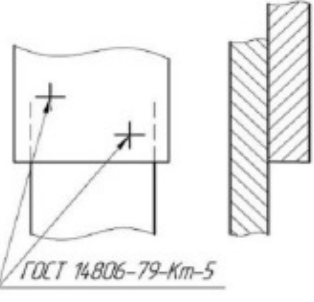
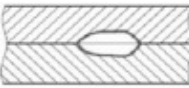
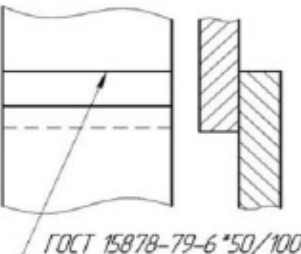
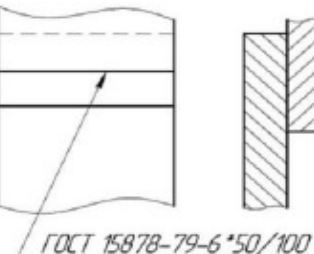
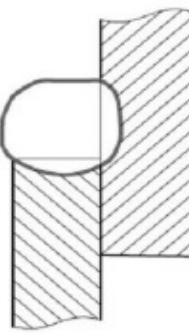
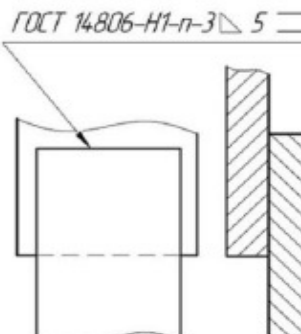
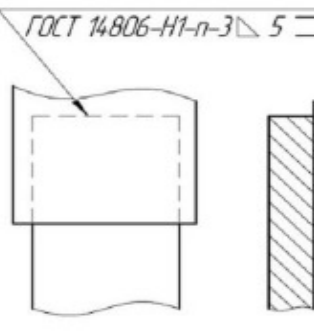
Одинаковые требования ко всем швам или группе швов, приводят один раз – в технических требованиях или таблице швов.

Примеры обозначения различных видов сварных швов приведены в табл.3.

Примеры обозначения различных видов сварных швов

| Характеристика шва | Форма поперечного сечения | Условное обозначение шва, изображенного на чертеже | |
|--|--|---|---|
| | | с лицевой стороны | с оборотной стороны |
| Шов стыкового соединения с криволинейным скосом одной кромки, двусторонний, выполненный дуговой ручной сваркой при монтаже изделия. Усиление снято с обеих сторон. Параметр шероховатости шва: - с лицевой стороны Rz20 мкм; - с оборотной стороны Rz80 мкм. |  |  |  |
| Шов углового соединения без скоса кромок, двусторонний, выполняемый автоматической сваркой под флюсом по замкнутой линии. |  |  |  |
| Шов углового соединения со скосом кромок, выполненный электрошлаковой сваркой проволочным электродом. Катет шва 22 мм. |  |  |  |

| | | | |
|---|---|---|---|
| <p>Шов точечный соединения внахлестку, выполненный дуговой сваркой в инертном газе плавящимся электродом. расчетный диаметр точки 9 мм. Шаг 100 мм. Расположение точек шахматное Усилие должно быть снято Параметр шероховатости обработанной поверхности Rz40 мкм</p> |  |  |  |
| <p>Шов стыкового соединения без скоса кромок, односторонний, на остающейся подкладке, выполненный сваркой нагретым газом с присадкой.</p> |  |  |  |
| <p>Одиночные сварные точки соединяются внахлестку, выполненные дуговой сваркой под флюсом Диаметр электродзакрепителя - 11 мм Усилие должно быть снято Параметр шероховатости Rz 80 мкм</p> |  |  | |

| | | | |
|--|--|---|---|
| <p>Одиночные сварные точки соединяются внахлестку, выполняемые контактной точечной сваркой Расчетный диаметр точки 5 мм</p> | |  <p>ГОСТ 14806-79-Km-5</p> |  <p>ГОСТ 14806-79-Km-5</p> |
| <p>Шов соединения внахлестку прерывистый, выполняемый контактной шовной сваркой Ширина шва 6 мм Длина провариваемого участка 50 мм, шаг 100 мм.</p> |  |  <p>ГОСТ 15878-79-6*50/100</p> |  <p>ГОСТ 15878-79-6*50/100</p> |
| <p>Шов соединения внахлестку без скоса кромок, односторонний, выполняемой дуговой полуавтоматической сваркой в защитных гнездах плавящимся электродом Шов по незамкнутой линии Катет шва 5 мм.</p> |  |  <p>ГОСТ 14806-H1-n-3∇ 5 □</p> |  <p>ГОСТ 14806-H1-n-3∇ 5 □</p> |

5.5. Покрyтия и термическая обработка поверхностей

Обозначение покрyтий на чертежах должно отвечать требованиям ГОСТ 2.310–68, 9.304–87, 9.306–85, 9.032–74 и указывается на полке стрелки, указывающей на поверхность, на которые следует наносить покрyтие (рис. 44).



Рис. 44. Обозначение покрyтий на чертежах

В обозначении покрyтия указывают:

- обозначение способа нанесения покрyтия (табл. 4);
- обозначение материала покрyтия, в том числе материала каждого слоя многослойного покрyтия (табл. 5);
- толщину покрyтия в микрометрах;
- класс покрyтия (последующая обработка) – табл. 6.

Таблица 4

Обозначение способов получения покрyтия

| Способ получения покрyтия | Обозначение |
|-----------------------------|-------------|
| Анодное окисление | Ан |
| Химический | Хим |
| Горячий | Гор |
| Диффузионный | Диф |
| Термическое напыление | ТН |
| Термическое разложение | ТР |
| Конденсационный (вакуумный) | Кон |
| Контактный | Кт |
| Контактно-механический | Км |
| Катодное распыление | Кр |
| Вжигание | Вж |
| Эмалирование | Эм |
| Плакирование | Пк |

Таблица 5

Обозначение материала покрытия

| Наименование металла покрытия | Обозначение | Наименование металла покрытия | Обозначение |
|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|
| Алюминий | А | Палладий | Пд |
| Висмут | Ви | Платина | Пл |
| Вольфрам | В | Рений | Ре |
| Железо | Ж | Родий | Рд |
| Золото | Зл | Рутений | Ру |
| Иридий | Ир | Свинец | С |
| Кадмий | Кд | Серебро | Ср |
| Кобальт | Ко | Сурьма | Су |
| Медь | М | Титан | Ти |
| Никель | Н | Хром | Х |
| Олово | О | Цинк | Ц |

Таблица 6

Обозначение классов покрытия

| Класс покрытия | Дополнительная обработка покрытия |
|----------------|---|
| 1 | Без дополнительной обработки |
| 2 | Нанесение лакокрасочного или полимерного покрытия |
| 3 | Пластическая деформация |
| 4 | Термообработка или сочетание термообработки и пластической деформации |

Материал покрытия, состоящий из сплава, обозначают символами компонентов, входящих в состав сплава, разделяя их знаком дефис, и в скобках указывают максимальную массовую долю первого или первого и второго (в случае трехкомпонентного сплава) компонентов в сплаве, отделяя их точкой с запятой. Например, покрытие сплавом медь-цинк с массовой долей меди 60% и цинка 40% обозначают М-Ц (60); покрытие сплавом медь-олово-свинец с массовой долей меди – 78, олова – 18, свинца – 4% обозначают М-О-С (78; 18).

Запись обозначения покрытия производят в строчку. Сначала указывают способ нанесения покрытия с точкой в конце, материал покрытия писать с прописной буквы, толщину покрытия – арабскими цифрами и через дефис – класс покрытия.

Например, алюминиевое покрытие толщиной 120 мкм, наносимое газотермическим напылением и подвергаемое дополнительной пластической деформации, обозначают ТН.А 120-3.

В обозначении многослойных покрытий, в том числе покрытий, состоящих из слоев одного и того же материала, отличающихся свойствами, указывают материал слоев покрытия и толщину в порядке их нанесения. Например, двухслойное покрытие с первым слоем цинка толщиной 40 мкм и внешним слоем алюминия толщиной 160 мкм обозначают ТН.Ц40А 160-1.

Если на все поверхности изделия должно быть нанесено одно и то же покрытие, то в технических условиях делают запись по типу: «Покрытие ...». Если должны быть нанесены покрытия на поверхности, которые можно обозначить буквами или однозначно определить (наружная или внутренняя поверхности и т. п.), то запись делают по типу: «Покрытие поверхностей А ...»; «Покрытие наружных поверхностей ...».

При нанесении одинакового покрытия на несколько поверхностей их обозначают одной буквой и запись делают по типу: «Покрытие поверхностей А ...» (рис. 45).

При нанесении различных покрытий на несколько поверхностей изделия их обозначают разными буквами (рис. 46) и запись делают по типу: «Покрытие поверхности А поверхностей Б ...».

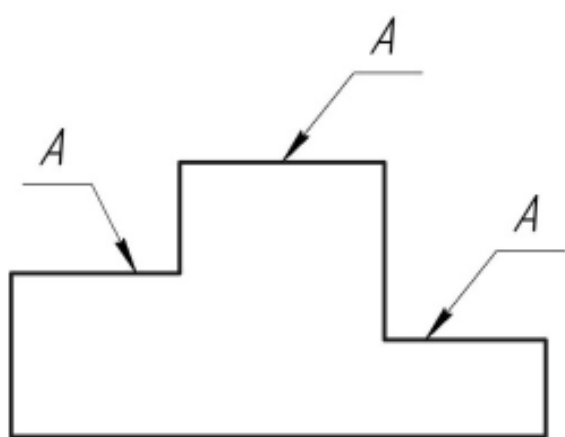


Рис. 45. Обозначение одинакового покрытия на нескольких поверхностях

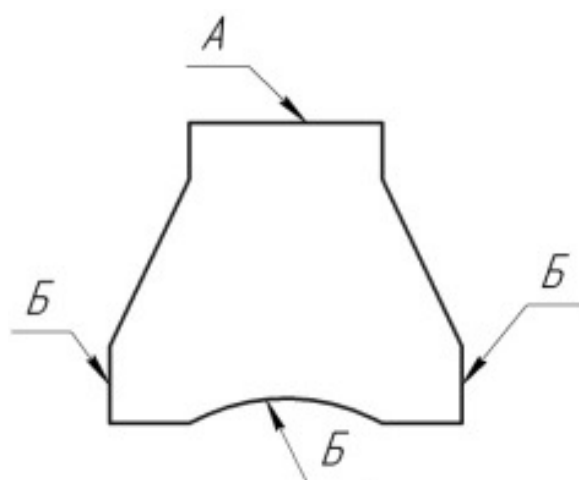


Рис. 46. Обозначение различных покрытий

Если одно и то же покрытие наносят на большее количество поверхностей изделия, а на остальные поверхности наносят другое покрытие или их оставляют без покрытия, то последние обозначают буквами (рис. 47) и запись делают по типу: «Покрытие поверхности А остальных ...» или «Покрытие кроме поверхности А».

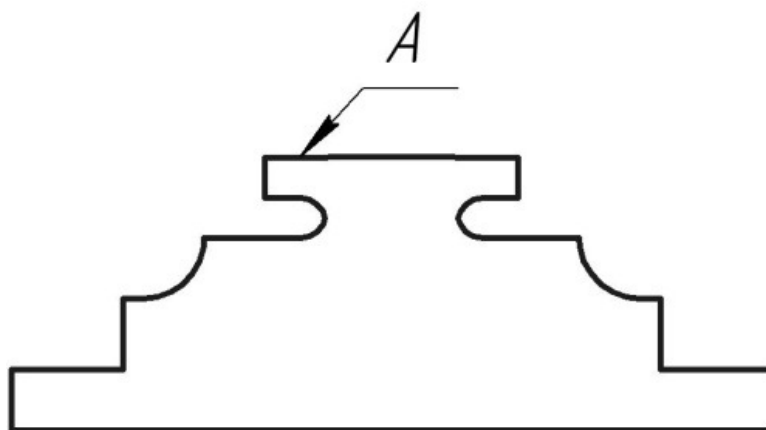


Рис. 47. Обозначение покрытия поверхности, отличающегося от покрытия большинства поверхностей детали (или остающегося без покрытия)

Если необходимо нанести покрытие на поверхность сложной конфигурации или на часть поверхности, которую нельзя однозначно определить, то такие поверхности обводят штрихпунктирной утолщенной линией на расстоянии 0,8 ... 1 мм от контурной линии, обозначают их одной буквой и проставляют размеры, определяющие положение этих поверхностей; запись делают по типу: «Покрытие поверхности А ...» (рис. 48).

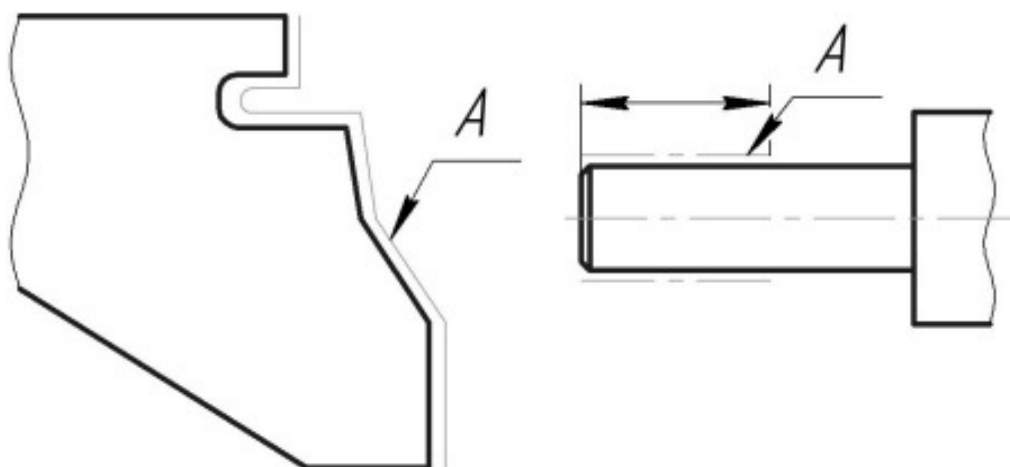


Рис. 48. Обозначение покрытия поверхности, которую нельзя однозначно определить

Размеры, определяющие положение поверхности, на которую должно быть нанесено покрытие, допускается не проставлять, если они ясны из чертежа.

Участки поверхности, подлежащие покрытию, отмечают, как показано на рис. 49, с указанием размеров, определяющих положение этих участков.

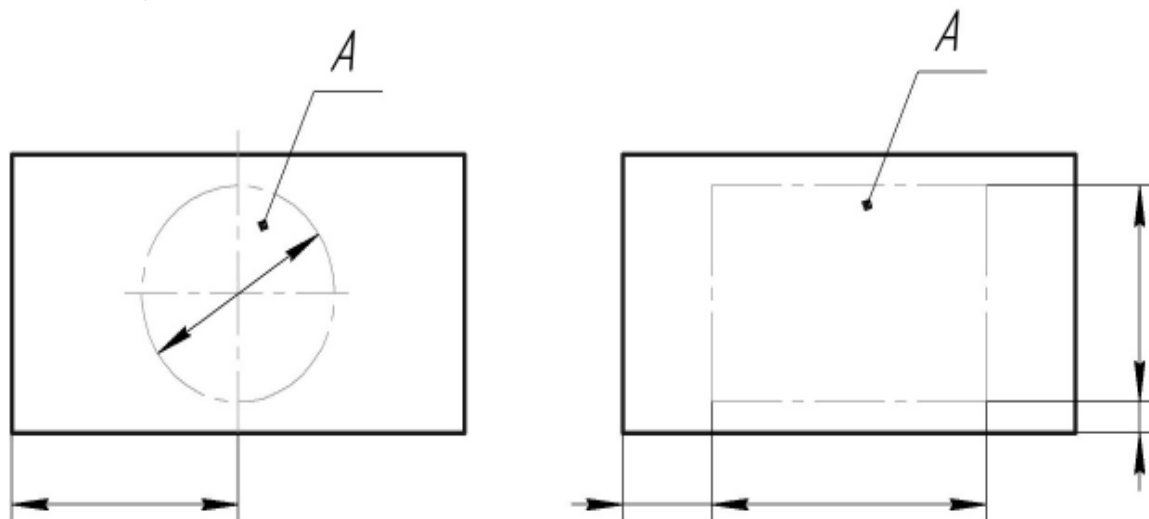


Рис. 49. Обозначение участка поверхности, подлежащего покрытию

На чертежах изделий, подвергаемых термической и другим видам обработки, указывают показатели свойств материалов, полученных в результате обработки, например: твердость (HRC, HRB, HRA, HB, HV), предел прочности (σ_b), предел упругости (σ_y), ударная вязкость (KCU, KCV, KCT, a_k) и т. п.

Глубину обработки обозначают буквой *h*.

Величины глубины обработки и твердости материалов на чертежах указывают предельными значениями: «от ... до», например: $h\ 0,7 \dots 0,9; 40 \dots 46\text{HRC}_3$.

В технически обоснованных случаях допускается указывать номинальные значения этих величин с предельными отклонениями, например, $h\ 0,8 \pm 0,1; (43 \pm 3)\text{HRC}_3$.

Допускается указывать значения показателей свойств материалов со знаками \geq или \leq , например: $\sigma_b \geq 1500\text{ кгс/см}^2$, твердость $\geq 780\text{ HV}$ и т. п.

Обозначение твердости HRC₃ следует указывать только во вновь разрабатываемой документации. При использовании ранее разработанной документации для перевода значения твердости HRC в HRC₃ следует руководствоваться ГОСТ 8.064–94.

Допускается на чертежах указывать виды обработки, результаты которых не подвергаются контролю, например, отжиг, а также виды обработки, если они являются единственными гарантирующими требуемые свойства материала и долговечность изделия. В этих случаях наименование обработки указывают словами или условными сокращениями, принятыми в научно-технической литературе (рис. 50).

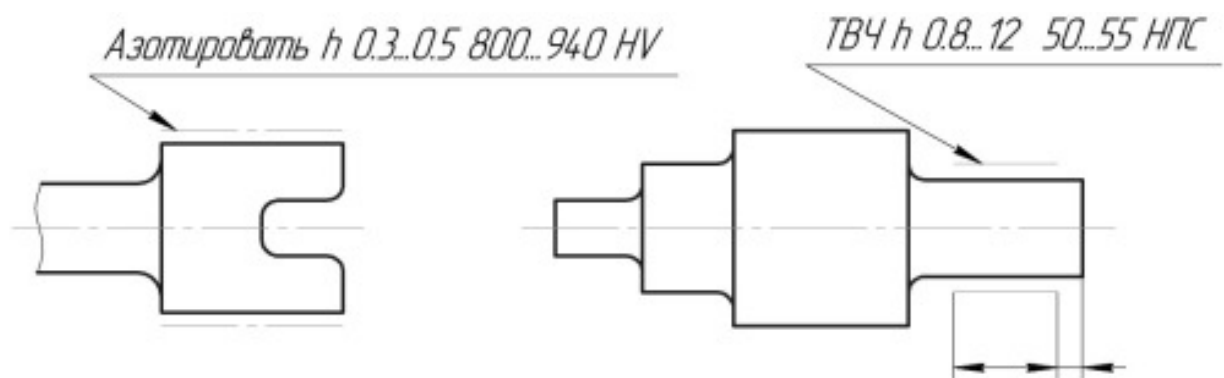


Рис. 50. Указание на чертежах вида обработки

При необходимости в зоне требуемой твердости указывают место испытания твердости (рис. 51).

Если все изделие подвергают одному виду обработки, то в технических требованиях делают запись: «40 ... 45 HRC₃» или «Цементировать h 0,7 ... 0,9 мм, 58 ... 62 HRC₃», или «Отжечь» и т. п.

Если большую часть поверхности изделия подвергают одному виду обработки, а остальные поверхности – другому или предохраняют от нее, то в технических требованиях делают запись по типу: «40 ... 45 HRC₃, кроме поверхности А» (рис. 52) или «30 ... 35 HRC₃, кроме места, обозначенного особо» (рис. 53).

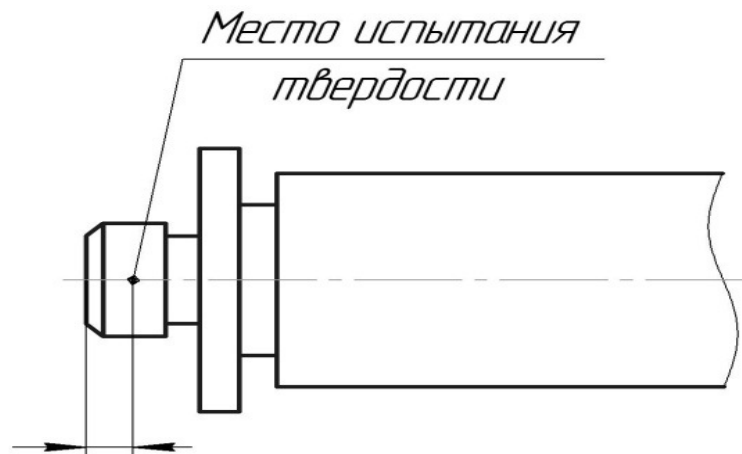


Рис. 51. Указание на чертежах места испытания

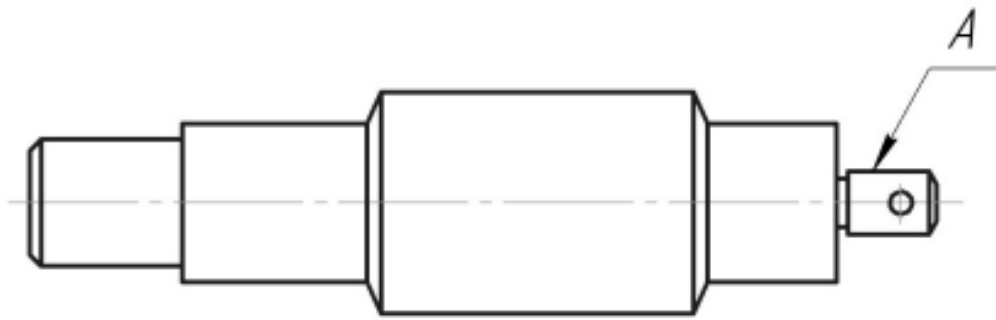


Рис. 52. Указание поверхности, отличающейся по твердости от остальных поверхностей детали

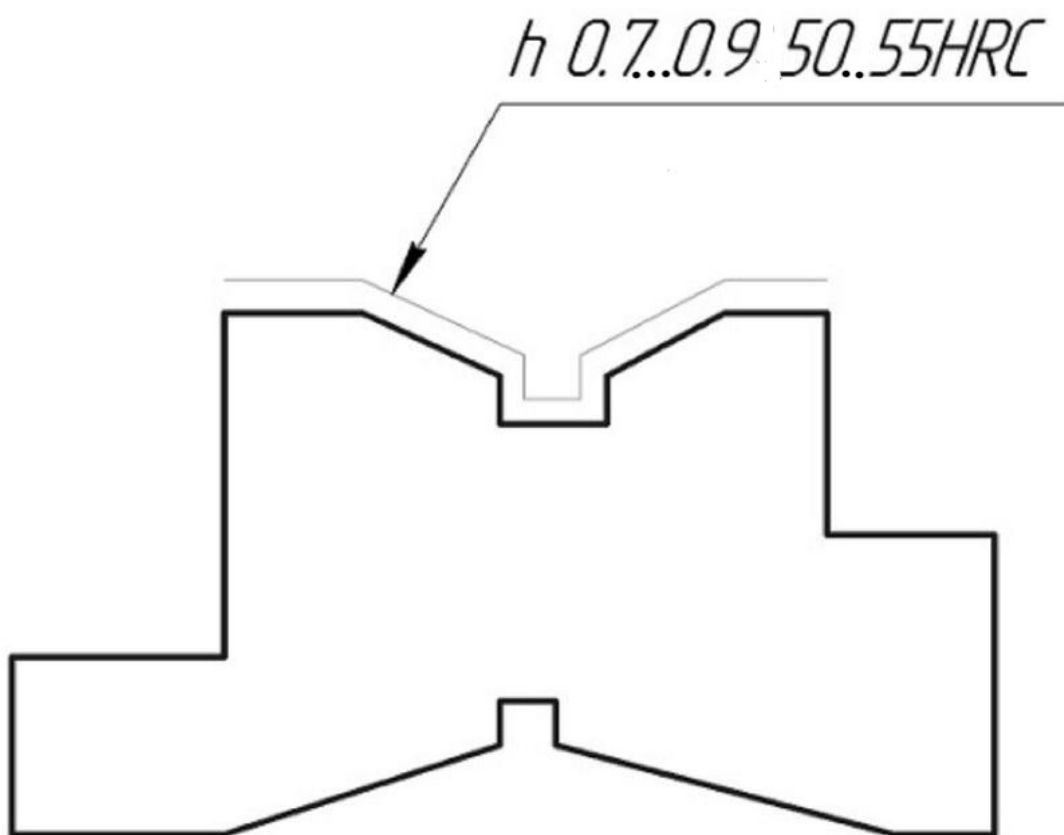


Рис. 53. Указание поверхности, отличающейся по твердости от остальных поверхностей детали

Если обработке подвергают отдельные участки изделия, то показатели свойств материалов и, при необходимости, способ получения этих свойств указывают на полках линий-выносок, а участки изделия, которые должны быть обработаны, отмечают штрихпунктирной утолщенной линией, проводимой на расстоянии 0,8 ... 1 мм от них, с указанием размеров, определяющих поверхности (рис. 54).

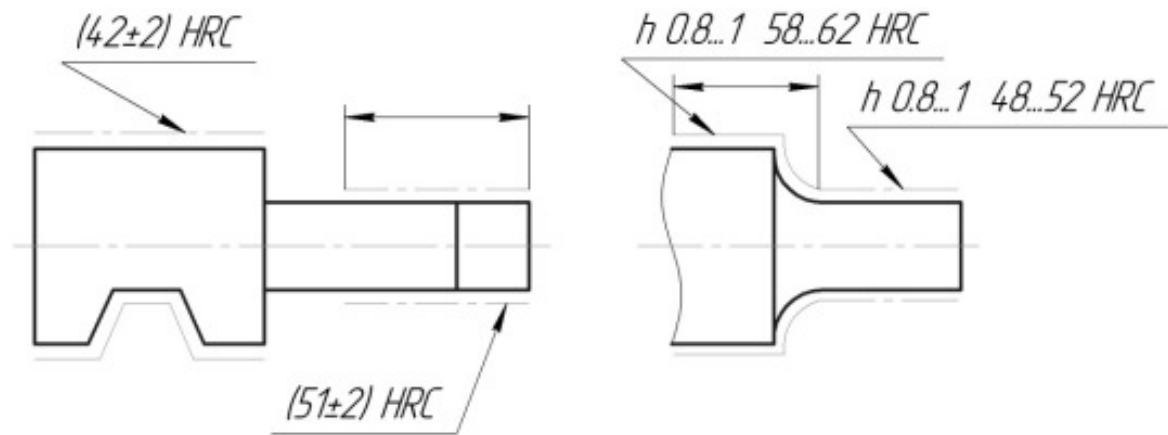


Рис. 54. Обозначение показателей свойств материала отдельных участков изделия

Размеры, определяющие поверхность, подвергаемые обработке, допускается не проставлять, если они ясны из данных чертежа (рис. 55).

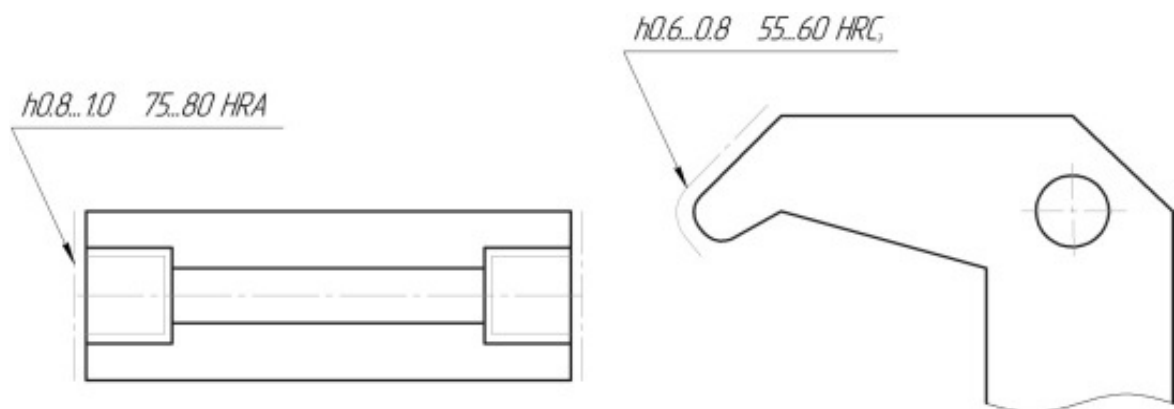


Рис. 55. Обозначение поверхности, подвергаемой обработке

Поверхности изделия, подвергаемые обработке, отмечают штрихпунктирной утолщенной линией на той проекции, на которой они ясно определены (рис. 56).

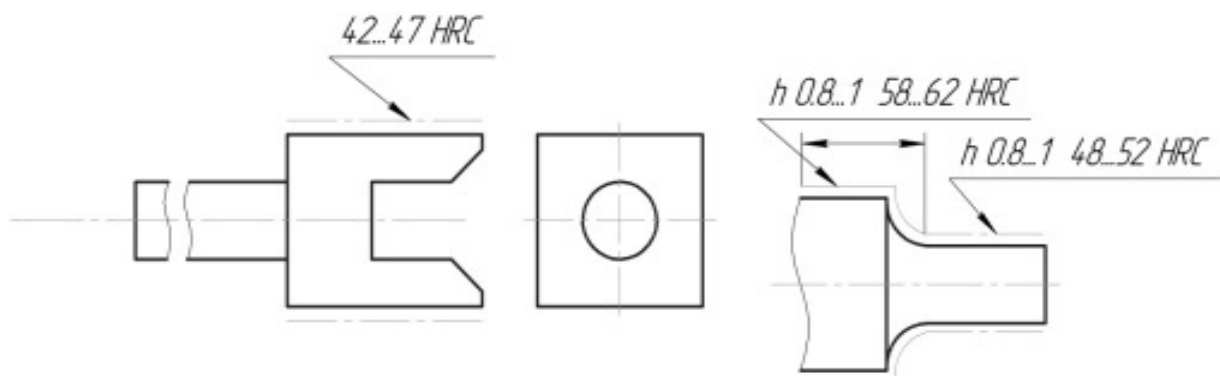


Рис. 56. Обозначение поверхности, подвергаемой обработке

Допускается отмечать эти поверхности и на других проекциях, при этом надписи с показателями свойств материала, относящимися к одной и той же поверхности, наносят один раз.

При одинаковой обработке симметричных участков или поверхностей изделия отмечают штрихпунктирной утолщенной линией все поверхности, подвергаемые обработке, а показатели свойств материала указывают один раз (рис. 57).

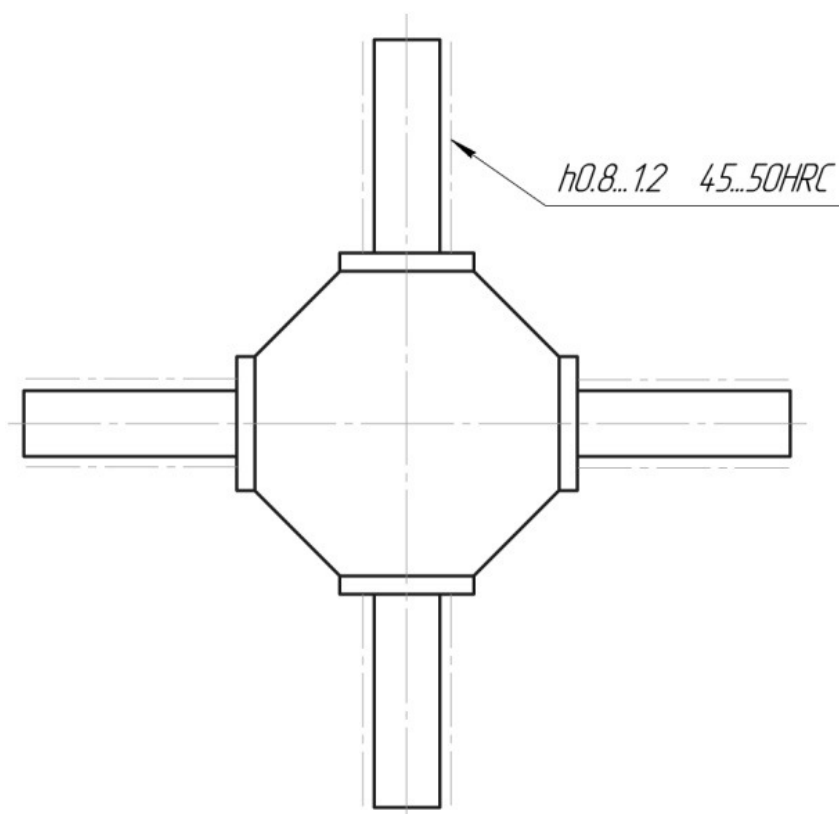


Рис. 57. Обозначение симметричных поверхностей, подвергаемых обработке

При наличии на изделии участков поверхностей с различными требованиями к свойствам материала эти требования указывают отдельно для каждого участка.

Если надписи с указанием свойств материала и размеры, определяющие поверхности, подвергаемые обработке, затрудняют чтение чертежа, то допускается приводить их на дополнительном упрощенном изображении.

При обработке поверхностей или участков изделия, определяемых термином или техническим понятием (например, рабочая часть или хвостовик режущего инструмента, поверхности зубьев,

зубчатого колеса или поверхности, обозначенные буквами, и т. п.), допускается (если это не приведет к неоднозначному пониманию чертежа) не отмечать их штрихпунктирной утолщенной линией, а в технических требованиях делать запись по типу: «хвостовик h 0,8 ... 1 мм; 48 ... 52 HRC₃», «поверхность А-45 ... 50 HRC₃».

5.6. Обозначение ремонтных чертежей

5.6.1. Обозначение ремонтного чертежа получают добавлением к обозначению детали или сборочной единицы буквы «Р» (ремонтный).

5.6.2. Ремонтный чертёж с одним категорийным размером получают добавлением к обозначению ремонтного чертежа цифр 1, 2, 3 и т. д. соответственно категории ремонтного размера детали, изображённой на чертеже.

Ремонтный чертёж с несколькими категорийными размерами детали обозначают добавлением к обозначению этой детали дроби, в числителе которой стоит буква «Р» и цифра, соответствующая первой категории ремонтного размера детали, а в знаменателе буква «Р» и цифра, соответствующая второй или третьей и т. д. категории ремонтного размера детали.

5.6.3. Обозначение ремонтного чертежа с пригоночным размером получают добавлением буквы «П» к обозначению ремонтного чертежа детали.

5.6.4. Обозначение ремонтного чертежа дополнительной (новой) детали получают добавлением буквы «Н» к обозначению ремонтного чертежа детали, к которой относится дополнительная деталь. Если дополнительная деталь подлежит пригонке, то вместо буквы «Н» добавляют буквы «НП».

Если для ремонта основной детали требуется не одна, а несколько дополнительных деталей, обозначение их получают добавлением к букве «Н» порядковых номеров этих деталей (Н1, Н2 и т. д.).

Ремонтный чертёж детали, в которую вводят дополнительную деталь, обозначают так же, как ремонтную деталь.

5.6.5. Если на ремонтном чертеже сборочной единицы показывают детали от других сборочных единиц, обозначение ремонтного чертежа этих сборочных единиц получают добавлением букв «РА» к обозначению сборочной единицы, например: РАСБ.

5.6.6. Обозначение ремонтных чертежей различных вариантов ремонта одной и той же детали (сборочной единицы) получают добавлением к обозначению детали (сборочной единицы) буквы «Р» и через тире – римских цифр I, II (соответственно для первого, второго вариантов ремонта).

6. Практические рекомендации по выполнению задания

6.1. Последовательность выполнения задания

1. Получить задание на выполнение курсовой работы или проекта (см. приложение 1).

2. По методическим указаниям и рекомендованной специальной литературе ознакомиться с основными положениями и требованиями к разработке технологических процессов ремонта деталей судовых машин и механизмов. Определить из условий эксплуатации и работы основные виды износов и повреждений рабочих поверхностей детали, узла или механизма, а также удельные нагрузки, температуру, относительные скорости перемещения и другие рабочие параметры в зоне контакта рассматриваемых деталей.

3. Выбрать способы возможного восстановления поверхностей, подвергаемых износам и повреждениям; экономически обосновать применение соответствующего способа восстановления полученной детали.

4. Разработать технологический процесс ремонта детали, узла или механизма.

5. Выполнить по указанию преподавателя исследования о возможности использования других технологических процессов для восстановления работоспособности данной детали.

6.2. Требования к оформлению разделов проектирования технологических процессов ремонта

1. Разработка технических требований на дефектацию и ремонт с учетом свойств материала, из которого изготовлена деталь. Выбор методов, способов восстановления, ремонта изношенных и (или) повреждённых поверхностей. Разработка ремонтного чертежа.

2. Определение последовательности и содержание операций технологического процесса ремонта детали, изделия.

3. Выбор средств технологического оснащения – оборудование, мерительный и режущий инструменты, приспособление для дефектации, ремонта, механической обработки, материалы для ремонта.

4. Разработка технологических операций ремонта.

5. Определение режимов механической обработки, нанесение покрытий, техническое нормирование.

6. Проектирование специальных приспособлений (по указанию преподавателя).

7. Исследования в составе проекта.

8. Заключение.

9. Список литературы.

Каждый раздел пояснительной записки курсового проекта следует описывать кратко и при необходимости делать ссылки на общеизвестные определения, термины, формулы, табличные данные, материалы и т. д., ссылаться на соответствующую справочную литературу. Желательно текстовую часть пояснять эскизами, графиками, таблицами.

Технологическая часть должна включать следующие документы:

1. Титульный лист, ТЛ, форма 1, ГОСТ 3.1105–84.

2. Технические требования на дефектацию и ремонт, ТТДР, форма 7 и 7а, ГОСТ 2.602–95.

3. Ремонтный чертёж ГОСТ 2.604–2000.

4. Маршрутная карта, МК, форма 4 и 4а, ГОСТ 3.1118–82.

5. Карта технологического процесса дефектации, КТПД, форма 5 и 5а, ГОСТ 3.1115–79.

6. Карта технологического процесса ремонта, КТПР, форма 6 и 6а, ГОСТ 3.1115–79.

7. Операционная карта механической обработки, ОК, форма 1 и 1а, ГОСТ 3.1118–82.

8. Карта эскизов, КЭ, форма 5 и 5а, ГОСТ 3.1105–84.

9. Операционная карта технического контроля, ОК, форма 7 и 7а, ГОСТ 3.1118–82.

Примечание: задание на разработку соответствующих разделов пояснительной записки и видов технологических документов выдаётся преподавателями в зависимости от категории и сложности ремонта, восстановления изделий.

Варианты заданий на выполнение курсовой работы или проекта приведены в приложении 2.

Пример оформления технологической документации приведен в приложении 3.

Примеры оформления части проекта приведены в приложении 4, 5.

Примеры расчетов режима резания и технического нормирования приведены в приложении 6.

Технические данные металлорежущих станков указаны в приложении 7.

Библиографический список

1. Лопырёв Н.К., Немков П.П., Сумеркин Ю. В. Технология судоремонта. – М. : Транспорт, 1981. – 285 с.

2. Сумеркин Ю.В. Технология судоремонта: учебник. – СПб. : СПГУВК, 2001. – 271 с.

3. Балякин О.П. Технология судоремонта. – М. : Транспорт, 1992. – 264 с.

4. Спиридонов Ю.Н., Рукавишников Н.Ф. Ремонт судовых дизелей. – М. : Транспорт, 1989. – 288. с.

5. Гаркунов Д.Н. Триботехника. – М. : Машиностроение, 1989. – 325 с.

6. Молодцов Н.С. Восстановление изношенных деталей судовых механизмов. – М. : Транспорт, 1988, – 182 с.

7. Порошковая металлургия и напыление покрытий / под ред. Б.С. Митина – М. : Металлургия, 1987. – 784 с.

8. Хасуи А. Техника напыления. – М. : Машиностроение, 1975. – 286 с.

9. Руководство по анализу износов деталей и надёжности дизелей. – Л. : Транспорт, 1982. – 46 с.

10. Восстановление деталей машин: справочник. – М. : Машиностроение, 1989. – 480 с.

11. Трение, изнашивание и смазка: справочник. В 2 кн. / под ред. И. В. Крательского, В.В. Алисина. – М. : Машиностроение, 1978.

12. Матвеев Ю.И., Репин Ф.Ф. Технология судового машиностроения и судоремонта: метод. указания. – Н. Новгород: ГИИВТ, 1991. – 37 с.

13. Матвеев Ю.И., Березин Е.К., Галашов Н.Н., Кирилов А.Ф. Технология ремонта деталей судовых энергетических установок и механизмов подъёмно-транспортных машин: метод. указания. – Н. Новгород : НИИВТ, 1992. – 44 с.

14. *Матвеев Ю.И., Орехво В.А., Мордвинкин П.П.* Промышленное применение процессов плазменного напыления: метод. указания. – Н. Новгород: ВГАВТ, 2000. – 33 с.
15. ГОСТ 2.601–95 (СТ СЭВ 1798–79); ГОСТ 2.602–95 (СТ СЭВ 857–78); ГОСТ 2.603–2000 – ГОСТ 2.605–2000. Эксплуатационная и ремонтная документации. – М. : Изд-во стандартов, 2000. – 180 с.
16. ГОСТ 3.1105–84, ЕСТД. Формы и правила оформления документов общего назначения. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 28 с.
17. ГОСТ 3.1104–86, ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 32 с.
18. ГОСТ 3,1702–79, ЕСТД. Правила записи операций и переходов при обработке резанием. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 32 с.
19. ГОСТ 3.1703–79, ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Слесарные, слесарно-сборочные работы. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 10 с.
20. ГОСТ 3.1107–81, ЕСТД. Графические обозначения опор, зажимов и установочных устройств. – М. : Изд-во стандартов, 1985.
21. ГОСТ 25347–82 (СТ СЭФ 144–75). Поля допусков и рекомендуемой посадки. – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 51 с.
22. Справочник технолога-машиностроителя. Т. 2 / под ред. А.Н. Малова. – М. : Машиностроение, 1972. – 568.
23. *Ефремов С.Ю., Галашов Н.Н.* Технология резания, оснастка и инструмент / С.Ю. Ефремов, Н.Н. Галашов. – Н. Новгород : ФГОУ ВПО «ВГАВТ», 2009. – 50 с.
24. Справочник технолога-машиностроителя. Т. 2 / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1985. – 496 с.
25. Режимы резания металлов : справочник / под ред. Ю.В. Барановского – Издание 3-е, перераб. и допол. – М. : Машиностроение, 1972.
26. Руководство по дипломному проектированию: учеб.-метод. пособие / С.Ю. Ефремов [и др.]. – ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2011. – 143 с.
27. *Ефремов С.Ю.* Оформление технологической документации в курсовых и дипломных проектах. : учеб.-метод. пособие / С.Ю. Ефремов. – ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2013. – 75 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Кафедра технологии конструкционных материалов
и машиноремонта**

Задание

**на курсовое проектирование по дисциплине
«Технология судоремонта»**

Студенту электромеханического факультета

Ф.И.О. _____

Шифр _____

Руководитель проектирования _____

1. Исходные данные:

1.1. Наименование изделия.

1.2. Производственная программа _____

(количество изделий в год)

2. Разработать специальное приспособление.

3. Выполнить исследования в составе проекта.

4. Состав курсового проекта

4.1. Пояснительная записка

Таблица 7

Содержание пояснительной записки

| № п/п | Наименование разделов | Указания руководителя |
|-------|---|-----------------------|
| 1 | Введение | |
| 2 | Исходные данные. Характеристики детали, анализ износов и повреждений. Химический состав и физико-механические свойства материала детали | |
| 3 | Анализ применяемых технологических процессов ремонта | |
| 4 | Определение последовательности и содержание технологических операций, выбор средств технологического оснащения | |
| 5 | Расчет режимов резания при механической обработке. Техническое нормирование | |
| 6 | Проектирование специального приспособления | |
| 7 | Исследование в составе проекта | |
| 8 | Заключение | |
| 9 | Перечень используемых в проекте стандартов РТМ, ТУ | |
| 10 | Библиографический список | |

4.2. Состав технологических документов

Таблица 8

Состав технологических документов

| № п/п | Наименование документов | Форма | ГОСТ | Указания руководителя |
|-------|---|--------|-----------|-----------------------|
| 1 | Технические требования на дефектацию и ремонт | 7 | 2.602–95 | |
| 2 | Титульный лист | 1 | 3.1104–86 | |
| 3 | Маршрутная карта | 2 и 3а | 3.1105–86 | |
| 4 | Карта эскизов | 5 и 5а | 3.1105–86 | |
| 5 | Технологическая инструкция | 6 и 6а | 3.1105–86 | |
| 6 | Операционная карта механической обработки | 1 и 1а | 3.1404–86 | |
| 7 | Ведомость технологических документов | 1 и 1а | 3.1106–86 | |

4.3. Графическая часть проекта

Таблица 9

Графическая часть проекта

| № п/п | Наименование чертежа | Указание руководителя |
|-------|--|-----------------------|
| 1 | Ремонтный чертеж детали | |
| 2 | Технологический чертеж детали | |
| 3 | Специальное приспособление для ремонта | |
| 4 | Исследование в составе проекта | |

Задание на курсовое проектирование выдано.

Срок защиты курсового проекта.

Подпись руководителя курсового

проектирования_____

Подпись студента_____

Варианты заданий на выполнение курсовых работ и проектов

| Номер варианта | Наименование |
|----------------|-----------------------------------|
| 1 | Вал коленчатый |
| 2 | Вал гребной |
| 3 | Вкладыш подшипника |
| 4 | Рама фундаментная |
| 5 | Вал ротора турбокомпрессора |
| 6 | Винт гребной |
| 7 | Вал распределительный |
| 8 | Клапан выпускной |
| 9 | Клапан впускной |
| 10 | Поршень СОД |
| 11 | Поршень ВОД |
| 12 | Крышка цилиндра |
| 13 | Втулка цилиндра СОД |
| 14 | Вал водяного насоса |
| 15 | Блок цилиндров |
| 16 | Шатун |
| 17 | Форсунка |
| 18 | Насос топливный высокого давления |
| 19 | Насос топливный низкого давления |
| 20 | Палец поршневой |
| 21 | Поршень водяного насоса |
| 22 | Аппарат теплообменный |

Пример оформления комплекта документов технологического процесса ремонта

61

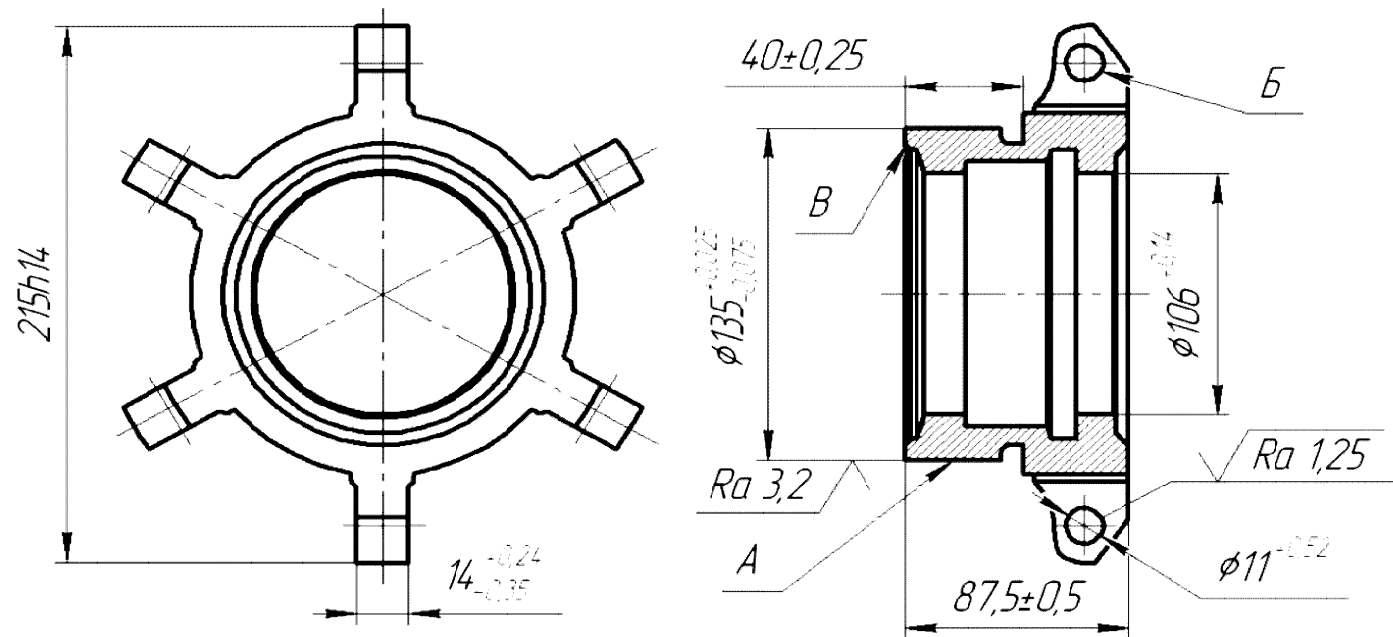
| | | | |
|--|-----------------|---|---|
| | | ГОСТ 3.1105-84 форма 2 | |
| Дубл. | | | |
| Взм. | | | |
| Подл. | | | |
| | | 02171.12301Р | 1 |
| ФБОУ ВПО "ВГАВТ" | 43.119.000.002Р | ВГАВТ43. 02171.12301Р | |
| Втулка нажимная двигателя ЗД6 | | КП | |
| <p>Министерство транспорта РФ</p> <p>Федеральное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Волжская государственная академия водного транспорта"</p> <p>Кафедра технологии конструкционных материалов и машиноремонта</p> <p>Комплект технологической документации ремонта</p> | | | |
| Разработал студент _____ Иванов И.И. " __ " _____ 2013 г. | | Проверил _____ Петров П.П. " __ " _____ 2013 г. | |
| Т.контр. _____ " __ " _____ 2013 г. | | Утвердил _____ Сидоров С.С. " __ " _____ 2013 г. | |
| | | Н.контр. _____ " __ " _____ 2013 г. | |
| Нижний Новгород - 2013 | | | |
| ТЛ | Титульный лист | | 1 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|------------|-----------|--------------|----------------------------------|------------|-------------------------------|--------------------------|--------------|--------------|-----------|------------------------------|-------------|-----------|-----------|-------------|------------|-------------|
| <i>Дубл.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Взам.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Подл.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 02171.12301P | | 3 | 1 | | | | | |
| <i>Разраб.</i> | Иванов И.И. | | | ФБОУ ВПО | | | 43.119.000.002P | | | ВГАВТ4.3 | | | | | | | | |
| <i>Проверил</i> | Петров П.П. | | | "ВГАВТ" | | | | | | 10171.12301 | | | | | | | | |
| <i>Утвердил</i> | Сидоров С.С. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Т.контр.</i> | | | | | | | Втулка нажимная двигателя ЗД6 | | | КП | | | | | | | | |
| <i>Н.контр.</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M01 | СЧ 15 ГОСТ 14.12-85 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M02 | <i>Код</i> | <i>ЕВ</i> | <i>МД</i> | <i>ЕН</i> | <i>Н.расх.</i> | <i>КИМ</i> | <i>Код загот.</i> | <i>Профиль и размеры</i> | | | | | <i>КД</i> | <i>МЗ</i> | | | | |
| | - | К2 | | 1 | | - | | | | | | | | | | | | |
| <i>А</i> | <i>Цех</i> | <i>Уч.</i> | <i>РМ</i> | <i>Опер.</i> | <i>Код,наименование операции</i> | | | | | | | <i>Обозначение документа</i> | | | | | | |
| <i>Б</i> | <i>Код,наименование,оборудования</i> | | | | | | | <i>СМ</i> | <i>Проф.</i> | <i>Р</i> | <i>УТ</i> | <i>КР</i> | <i>КОИД</i> | <i>ЕН</i> | <i>ОП</i> | <i>Кит.</i> | <i>Тпз</i> | <i>Тшт.</i> |
| A 03 | | | | 000 | Моечная | | | | | | | | | | | | | |
| 04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 05 | | | | 005 | Дефектация | | | | | | | | | | | | | |
| | ВГАВТ4.3.20171.12305; ВГАВТ4.3.60178.12305 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 06 | Стол дефектации; Дефектоскоп ДМП-5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 07 | Лупа ЛП 6х-10х ГОСТ 25706-83 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 08 | Микрометр МК-150-1 ГОСТ 6507-90 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 09 | Нутромер индикаторный НИ 10-18-1 ГОСТ 868-82 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| М 10 | Магнитно-порошковая суспензия | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 12 | | | | 010 | Токарная | | | | | | | | | | | | | |
| | ВГАВТ4.3.60171.12310; ВГАВТ4.3.20171.12310 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 13 | Токарно-винторезный 16К20 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 14 | Оправка специальная | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 15 | 2100-0043 ВК8 Резец ГОСТ 18879-73; ШЦ-II-250-0.05 Штангенциркуль ГОСТ 166-89 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | Маршрутная карта | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|------------|-----------|--------------|-----------------------------------|------------------------|--------------|----------|-----------|------------------------------|--------------------------|------------|--------------|-------------|------------|----------------|
| ГОСТ 3.1118-82 форма 1б | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 02171.12301P | 2 | | |
| | | | | | | | | | | 4.3.119.000.002P | ВГАВТ4.3. 10171.12301 | | | | | |
| А | Цех | Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции | | | | | Обозначение документа | | | | | | |
| Б | Код, наименование, оборудования | | | | | СМ | Проф. | Р | УТ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кит. | Тпз | Тшт. |
| К/М | Наименование детали,сб.единицы или материала | | | | | Обозначение,код | | | | | | ОПП | ЕВ | ЕН | КИ | Н.расх. |
| А 01 | | | | 015 | Дробеструйная | | | | | | | | | | | |
| Б 02 | Аппарат "Каскад" ТУ 598.13134-77 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 03 | 10 ДС образец шероховатости ГОСТ 9378-93 | | | | | | | | | | | | | | | |
| М 04 | Электроконтакт № 80-120 ГОСТ 3647-80 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 06 | | | | 020 | Плазменное напыление | | | | | ВГАВТ4.3.20171.12320 | | | | | | |
| Б 07 | Токарно-винторезный 16К20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 08 | Установка плазменного напыления ЧПУ-3Д | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 09 | Шкаф сушильный СНИЛ-3.5/3М2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 10 | Оправка специальная; УН щиток защитный лицевой ГОСТ 12.4.023-84 | | | | | | | | | | | | | | | |
| М 11 | ПШ-НХ80СР3 сплав порошковый ТУ 14-1-3282-81 | | | | | | | | | | | | | | 3.4 кг/ч | |
| М 12 | 21 1481 0130 аргон ГОСТ 10157-79 (70%) | | | | | | | | | | | | | | 35 л/мин | |
| М 13 | 21 1412 0140 азот ГОСТ 9293-74 (30%) | | | | | | | | | | | | | | 10 л/мин | |
| А 14 | | | | 025 | Шлифовальная | | | | | ВГАВТ4.3.20171.12325 | | | | | | |
| Б 15 | Круглошлифовальный ЭМ131 | | | | | | | | | | | | | 0.134 | 0.8 | |
| Т 16 | Оправка специальная | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 17 | МК 150-1 микромер ГОСТ 6507-78; 64С50СМ2К5А ПВ200х32 круг шлифовальный ГОСТ 17123-79 | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | Маршрутная карта | | | | | | | | | | | | | | 3 | |

ГОСТ 3.1105-84 , форма 7

| | | | | | | | | | |
|----------|--------------|--|--|----------|-------------------------------|------------|-------------|--------------|-----|
| Дубл. | | | | | | | | | |
| Взсм. | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 02171.12301P | 1 1 |
| Разраб. | Иванов И.И. | | | ФБОУ ВПО | 4.3.119.000.002P | Дефектация | ВГАВТ43. | | |
| Проверил | Петров П.П. | | | "ВГАВТ" | | | 20171.12305 | | |
| Утвердил | Сидоров С.С. | | | | | | | | |
| Т.контр | | | | | Втулка нажимная двигателя ЗД6 | | | | 005 |
| Н.контр | | | | | | | | | |



Продолжение прил. 3

ГОСТ 3.1118-82 форма 1

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--|-----|----|-------|-----------------------------|---------|----------|------------|--|---|-------------------------------|----|--------------|-------------|----|------|-----|------|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 02171.12301Р | 3 | 1 | | | |
| Разраб. | Иванов И.И. | | | | | | ФБОУ ВПО | | | | 43.119.000.002Р | | | ВГАВТ43. | | | | |
| Проверил | Петров П.П. | | | | | | "ВГАВТ" | | | | | | | 10171.12301 | | | | |
| Утвердил | Сидоров С.С. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т.контр. | | | | | | | | | | | Втулка нажимная двигателя ЗД6 | | | КП | | | | |
| Н.контр. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| М01 | СЧ 15 ГОСТ 1412-85 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| М02 | | Код | ЕВ | МД | ЕН | Н.расх. | КИМ | Код загот. | Профиль и размеры | | | | КД | МЗ | | | | |
| | | - | К2 | | 1 | | - | | | | | | | | | | | |
| А | Цех | Уч. | РМ | Опер. | Код, наименование операции | | | | Обозначение документа | | | | | | | | | |
| Б | Код, наименование, оборудования | | | | | | | СМ | Проф. | Р | УГ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кит. | Тпз | Тшт. |
| 03 | | | | | Деф. 1. Износ поверхности А | | | | | | | | | | | | | |
| А 04 | | | | 010 | Токарная | | | | ВГАВТ43.60171.12305; ВГАВТ43.20171.12305 | | | | | | | | | |
| Б 05 | Токарно-винторезный 16К20 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 06 | Оправка специальная | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 07 | 2100-0043 ВК8 Резец ГОСТ 18879-73; ШЦ-II-250-0.05 Штангенциркуль ГОСТ 166-89 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 09 | | | | 015 | Дробеструйная | | | | | | | | | | | | | |
| Б 10 | Аппарат "Каскад" ТУ 598.13134-77 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 11 | 10 ДС образец шероховатости ГОСТ 9378-93 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| М 12 | Электроконтакт № 80-120 ГОСТ 3647-80 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| О 13 | Обработать поверхность А до шероховатости Rz 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Р 14 | Давление воздуха - 0.4 МПа (4 кгс/см ²) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК/КТПР | Ремонт | | | | | | | | | | | | | | | | 7 | |

Продолжение прил. 3

| ГОСТ 3.1118-82 форма 1б | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---|--------|----|-------|---------------------------|-------|---|----|-----------------------|------|------------------|-------------------------|------|-----|------|----|----|---------|----------|-----------|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 02171.12301Р | 2 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 4.3.119.000.002Р | ВГАВТ4.3 10171.12301 | | | | | | | | |
| А | Цех | Уч. | РМ | Опер. | Код,наименование операции | | | | Обозначение документа | | | | | | | | | | | |
| Б | Код,наименование,оборудования | | | | СМ | Проф. | Р | УГ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт. | Тпз | Тшт. | | | | | |
| К/М | Наименование детали,сб.единицы или материала | | | | Обозначение,код | | | | | | | | | ОПП | ЕВ | ЕН | КИ | Н,расх. | | |
| А 01 | 020 Плазменное напыление | | | | ВГАВТ4.3.20171.12320 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 02 | Токарно-винторезный 16К20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 03 | Установка плазменного напыления УПУ-ЗД | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 04 | Шкаф сушильный СНИЛ-3.5/3М2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 05 | Оправка специальная; УН щиток защитный лицевой ГОСТ 12.4.023-84 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| М 06 | ПШ-НХ80СРЭ сплав порошковый ТУ 14-1-3282-81 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3.4 кг/ч | |
| М 07 | 21 1481 0130 аргон ГОСТ 10157-79 (70%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 35 л/мин |
| М 08 | 21 1412 0140 азот ГОСТ 9293-74 (30%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10 л/мин |
| О 09 | Нанести покрытие на поверхность | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Р 10 | Сила тока - 350 А; Напряжение - 35 В; Дистанция напыления - 120 мм; Частота вращения детали - 140 об/мин; | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Р 11 | Скорость перемещения плазматрона - 100 мм/мин; | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А 14 | 025 Шлифовальная | | | | ВГАВТ4.3.20171.12325 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Б 15 | Круглошлифовальный 3М131 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.134 0.8 |
| Т 16 | Оправка специальная | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т 17 | МК 150-1 микромер ГОСТ 6507-78; 64С50СМ2К5А ПВ200х32 круг шлифовальный ГОСТ 17123-79 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК/КТПР | | Ремонт | | | | | | | | | | | | | 8 | | | | | |

ГОСТ 3.1118-82 форма 1б

| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---|--------|----|-------|---------------------------|--|--|--|--|----------------------|-------|---|----|-----------------------|------|----|----|------|-----|------------------|-----|----|----|--------------------------|---------|
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 02171.12301Р | | | | 3 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4.3.119.000.002Р | | | | ВГАВТ4.3. 10171.12301 | |
| A | Цех | Уч. | PM | Опер. | Код,наименование операции | | | | | | | | | Обозначение документа | | | | | | | | | | | |
| B | Код,наименование,оборудования | | | | | | | | | CM | Проф. | P | УГ | КР | КОИД | ЕН | ОП | Кшт. | Тпз | Тшт. | | | | | |
| К/М | Наименование детали,сб.единицы или материала | | | | | | | | | Обозначение,код | | | | | | | | | | | ОПП | ЕВ | ЕН | КИ | Н.расх. |
| O 01 | 1. Установить деталь. Закрепить | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O 02 | 2. Шлифовать поверхность А в номинальный размер по рабочему чертежу | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P 03 | $t = 0.05; i = 2; s = 0.002; n = 3600; v = 30;$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05 | Деф. 2. Износ отверстий Б | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 06 | 030 Сверлильная | | | | | | | | | ВГАВТ4.3.20171.12330 | | | | | | | | | | | | | | | |
| B 07 | Вертикально-сверлильный 2А135 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T 08 | 7200-0209 тиски ГОСТ 16518-96 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T 09 | НИ 10-18-1 нутромер ГОСТ 868-82 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T 10 | 2363-0740 Н7 развертка ГОСТ 11172-70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O 11 | 1. Установить деталь, закрепить | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4,8 | | | | | |
| O 12 | 2. Развернуть отверстие в размер 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,079 | 0,8 | | | | |
| P 13 | $t = 0,5; i = 2; s = 0,71; n = 500; V = 17,3$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК/КТПР | | Ремонт | | | | | | | | | | | | | | | | 9 | | | | | | | |

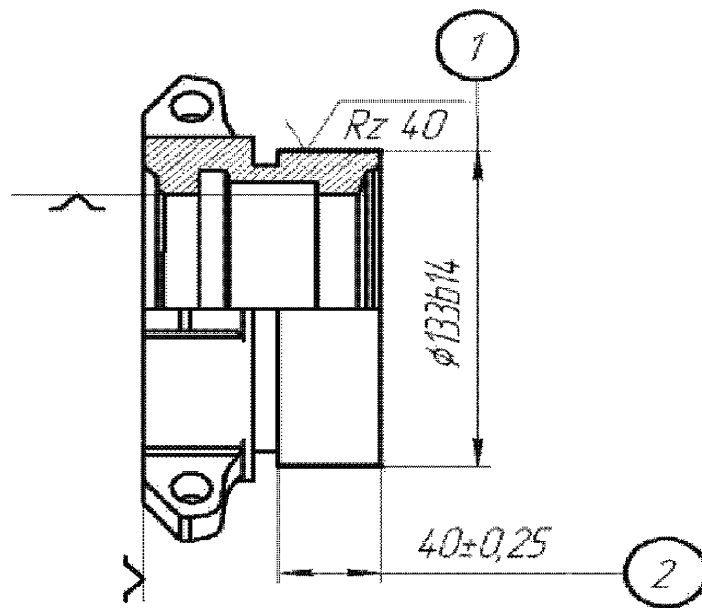
Продолжение прил. 3

ГОСТ 3.1404-86 форма 3

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---|--|----|-----------------------|-------------------------------|-----------|----|------|------|-------------------|--|------------------------|-----------|------|---|--|--|--|--|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | 02171.12301P | | 1 | 1 | | | | | |
| Разраб. | Иванов И.И. | | | ФБОУ ВПО "ВГАВТ" | 43.119.000.002P | | | | | | | ВГАВТ43 60171.12310 | | | | | | | | |
| Проверил | Петров П.П. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Утвердил | Сидоров С.С. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Т.контр. | | | | | Втулка нажимная двигателя ЭД6 | | | | | | | 010 | | | | | | | | |
| Н.контр. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Наименование операции | | | | Материал | | Твердость | | ЕВ | МД | Профиль и размеры | | | МЭ | КОИД | | | | | | |
| Токарная | | | | СЧ 15 ГОСТ 1412-85 | | | | К2 | | | | | | 1 | | | | | | |
| Оборудование, устройство ЧПУ | | | | Обозначение программы | | То | ТВ | Тпз. | Тшт. | СДЖ | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P | | | ПИ | D или B | L | f | i | S | p | V | | | | | | | | | | |
| O 01 | Установ А. Установить деталь, закрепить | | | | | | | | | | | | 4.8 | | | | | | | |
| T 02 | ПР. Оправка специальная | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O 03 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O 04 | 1. Точить поверхность в размер 1 и 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T 05 | РИ. 2100-0043 ВК8 резец ГОСТ 18879-73 | | | | | | | | | | | | 0.134 0.8 | | | | | | | |
| T 06 | СИ. ШЦ-II-250-0.05 штангенциркуль ГОСТ 166-89 | | | 135+0.052;-0.025 | 40+0.35 | 0.5 | 1 | 1.2 | 250 | 106 | | | | | | | | | | |
| P 07 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O 08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O 09 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| O 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OK | | | | | | | | | | | | Операционная карта | | 10 | | | | | | |

ГОСТ 3.1105-84 , форма 7

| | | | | | | | | | | |
|----------|--------------|--|--|-------------------------------|-----------------|-----------|-------------|--------------|---|-----|
| Дубл. | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 02171.12301P | 1 | 1 |
| Разраб. | Иванов И.И. | | | ФБОУ ВПО | 43.119.000.002P | Токарная | ВГАВТ43 | | | |
| Проверил | Петров П.П. | | | "ВГАВТ" | | Установ А | 20171.12310 | | | |
| Утвердил | Сидоров С.С. | | | | | | | | | |
| Т.контр. | | | | Втулка нажимная двигателя ЭД6 | | | | | | 010 |
| Н.контр. | | | | | | | | | | |

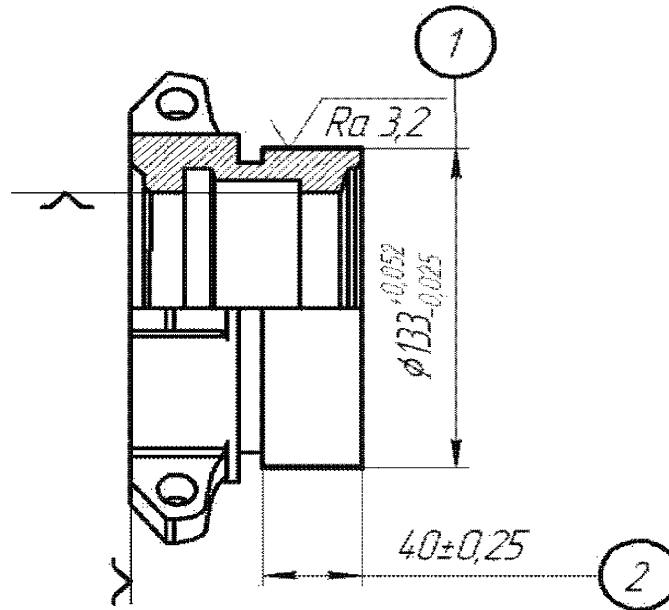


71

| | | |
|-----------|---------------|----|
| КЭ | Карта эскизов | 11 |
|-----------|---------------|----|

ГОСТ 3.1105-84 , форма 7

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------------|--|--|----------|-------------------------------|--------------|-------------|--|--|--------------|---|-----|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 02171.12301P | 1 | 1 | |
| Разраб. | Иванов И.И. | | | ФБОУ ВПО | 43.119.000.002P | Шлифовальная | ВГАВТ43 | | | | | | |
| Проверил | Петров П.П. | | | "ВГАВТ" | | Установ А | 20171.12325 | | | | | | |
| Утвердил | Сидоров С.С. | | | | | | | | | | | | |
| Т.контр. | | | | | Втулка нажимная двигателя ЭД6 | | | | | | | 025 | |
| Н.контр. | | | | | | | | | | | | | |

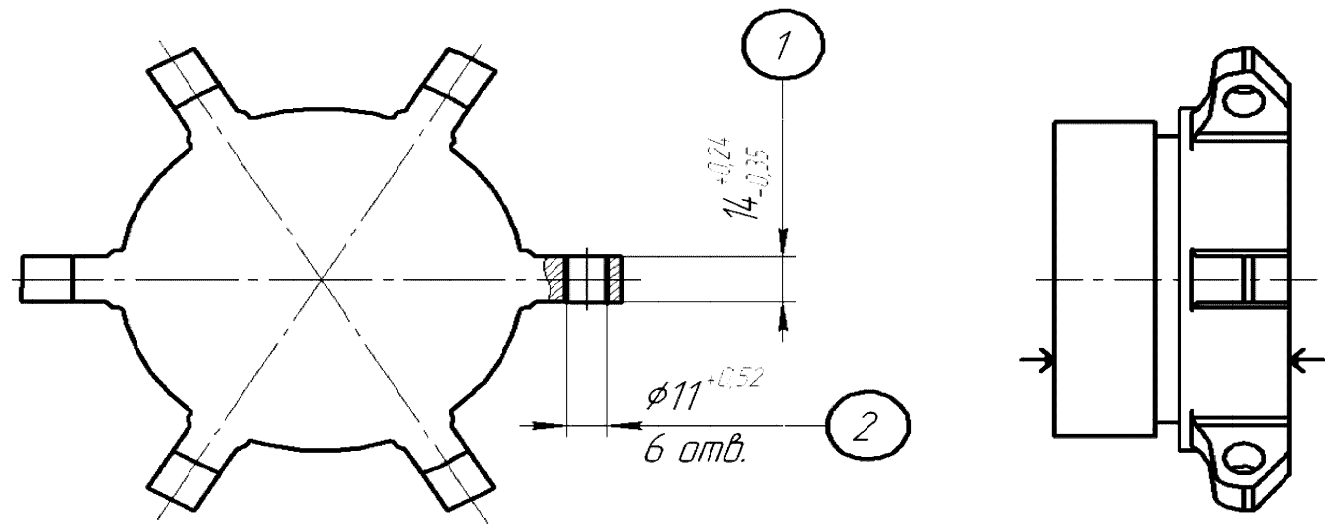


| | | | | | | | | | | | | | |
|----|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|
| КЭ | Карта эскизов | | | | | | | | | | | | 12 |
|----|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|

ГОСТ 3 1105-84 , форма 7

| | | | | | | | | | |
|----------|--------------|--|--|----------|-------------------------------|-------------|--------------|---|-----|
| Дубл. | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | |
| | | | | | | | 02171.12301P | 1 | 1 |
| Разраб. | Иванов И.И. | | | ФБОУ ВПО | 4.3.119.000.002P | Сверлильная | ВГАВТ4З. | | |
| Проверил | Петров П.П. | | | "ВГАВТ" | | Установ А | 20171.12330 | | |
| Утвердил | Сидоров С.С. | | | | | | | | |
| Т.контр. | | | | | Втулка нажимная двигателя ЗДб | | | | 030 |
| Н.контр. | | | | | | | | | |

$\sqrt{Rz20}$



| | | | | | | | | | |
|----|---------------|--|--|--|--|--|--|--|----|
| КЭ | Карта эскизов | | | | | | | | 13 |
|----|---------------|--|--|--|--|--|--|--|----|

73

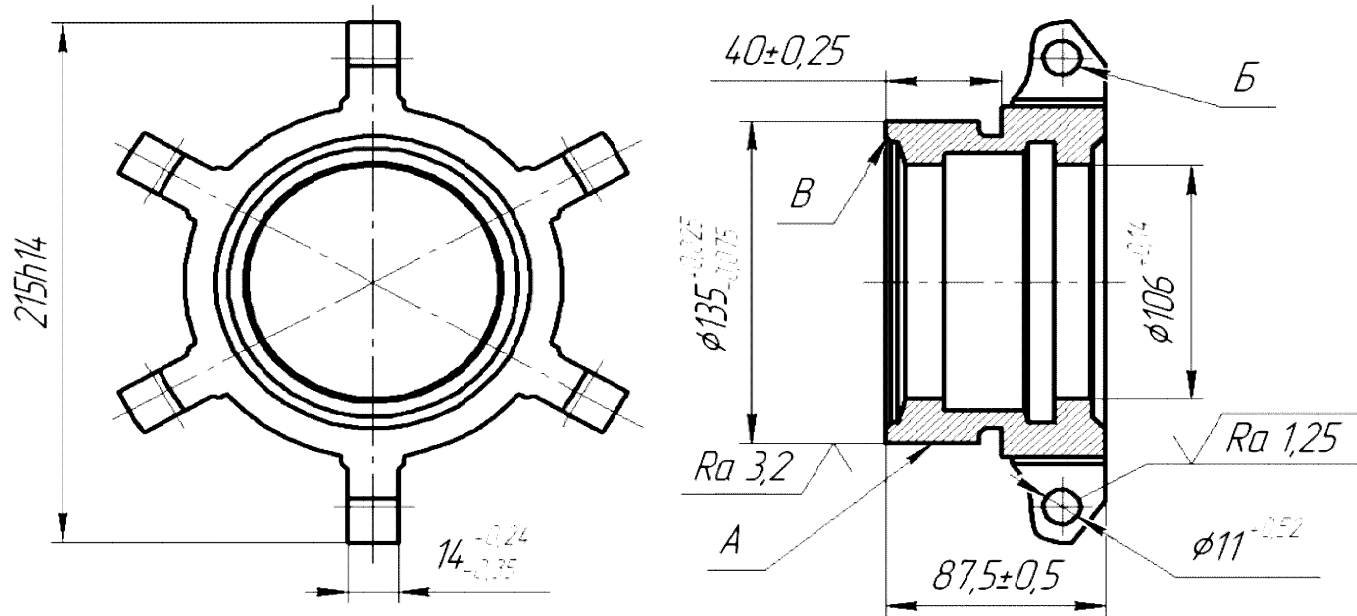
Продолжение прил. 3

ГОСТ 3.1502-85 форма 2

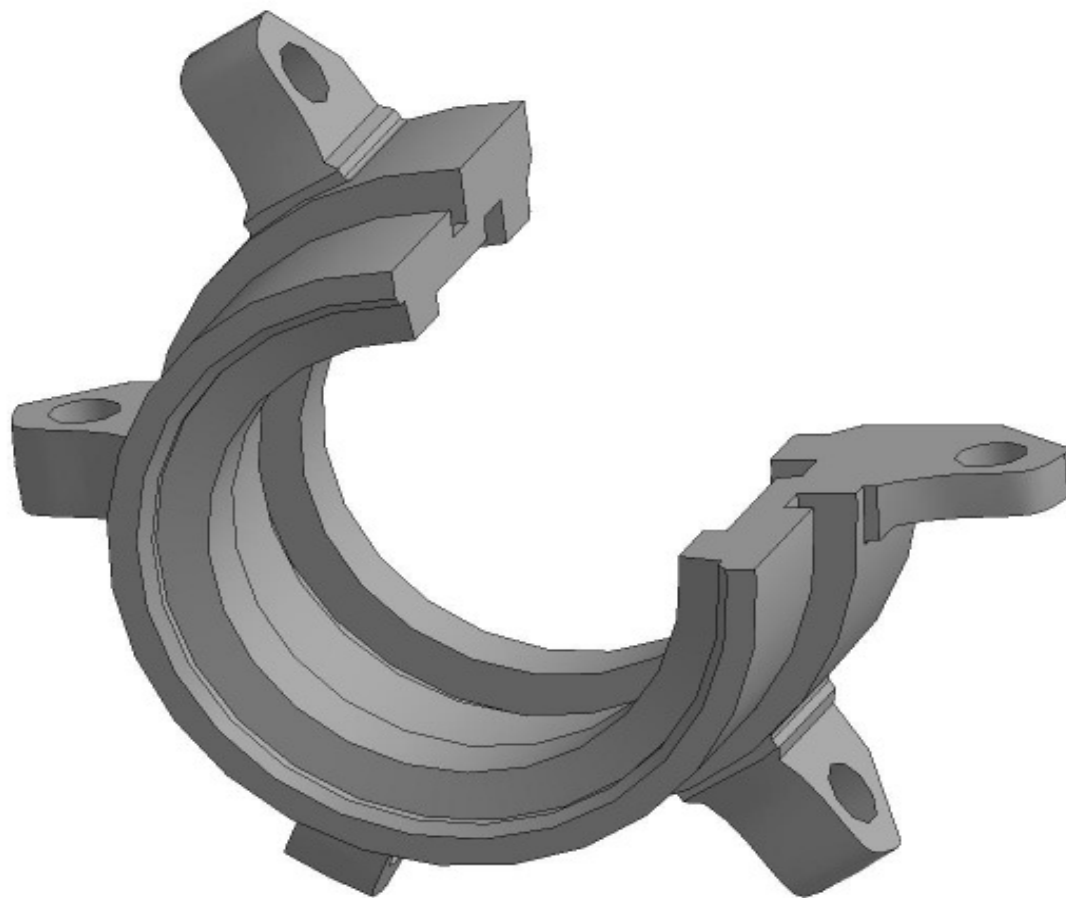
| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------|--|----------------|-------------------------------|------------------------------------|--|---------------------------|------------|--|-----------------------------|-----------------|----|--|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 02171.12301Р | 1 | 1 | |
| Разраб. | Иванов И.И. | | | ФБОУ ВПО "ВГАВТ" | 4.3.119.000.002Р | | ВГАВТ 4.3. 60102.12335 | | | | | | |
| Проверил | Петров П.П. | | | | | | | | | | | | |
| Утвердил | Сидоров С.С. | | | | | | | | | | | | |
| Т.контр. | | | | Втулка нажимная двигателя ЗД6 | | | | | | | 035 | | |
| Н.контр. | | | | | | | | | | | | | |
| Наименование операции | | | | | Наименование, марка материала | | | | | МД | | | |
| Контрольная | | | | | СЧ 15 ГОСТ 14.12-85 | | | | | | | | |
| Наименование оборудования | | | | То | Тв | | | | | | Обозначение ИОТ | | |
| Стол ОТК | | | | | | | | | | | | | |
| Р | Контролируемые параметры | | Код средств ТО | | Наименование средств ТО | | | Объем и ПК | | То/Тв | | | |
| 01 | 1. $d 135+0.052,-0.025$ | | | | МК 150-1 микрометр ГОСТ 6507-90 | | | 100 | | | | | |
| 02 | | | | | | | | | | | | | |
| 03 | 2. Шероховатость поверхностей | | | | Образцы шероховатости ГОСТ 9373-93 | | | 100 | | | | | |
| 04 | | | | | | | | | | | | | |
| 05 | 3. D 17+0.53 | | | | НИ 10-18-1 нутромер ГОСТ 868-82 | | | 100 | | | | | |
| 06 | | | | | | | | | | | | | |
| 07 | 4. Биение поверхности А | | | | И402, кл. 0 индикатор ГОСТ 577-68 | | | 100 | | | | | |
| 08 | относительно оси | | | | | | | | | | | | |
| 09 | поверхности $d 106+0.14$ | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | |
| ОК | | | | | | | | | | Операционная карта контроля | | 14 | |

ГОСТ 3.1105-84 , форма 7

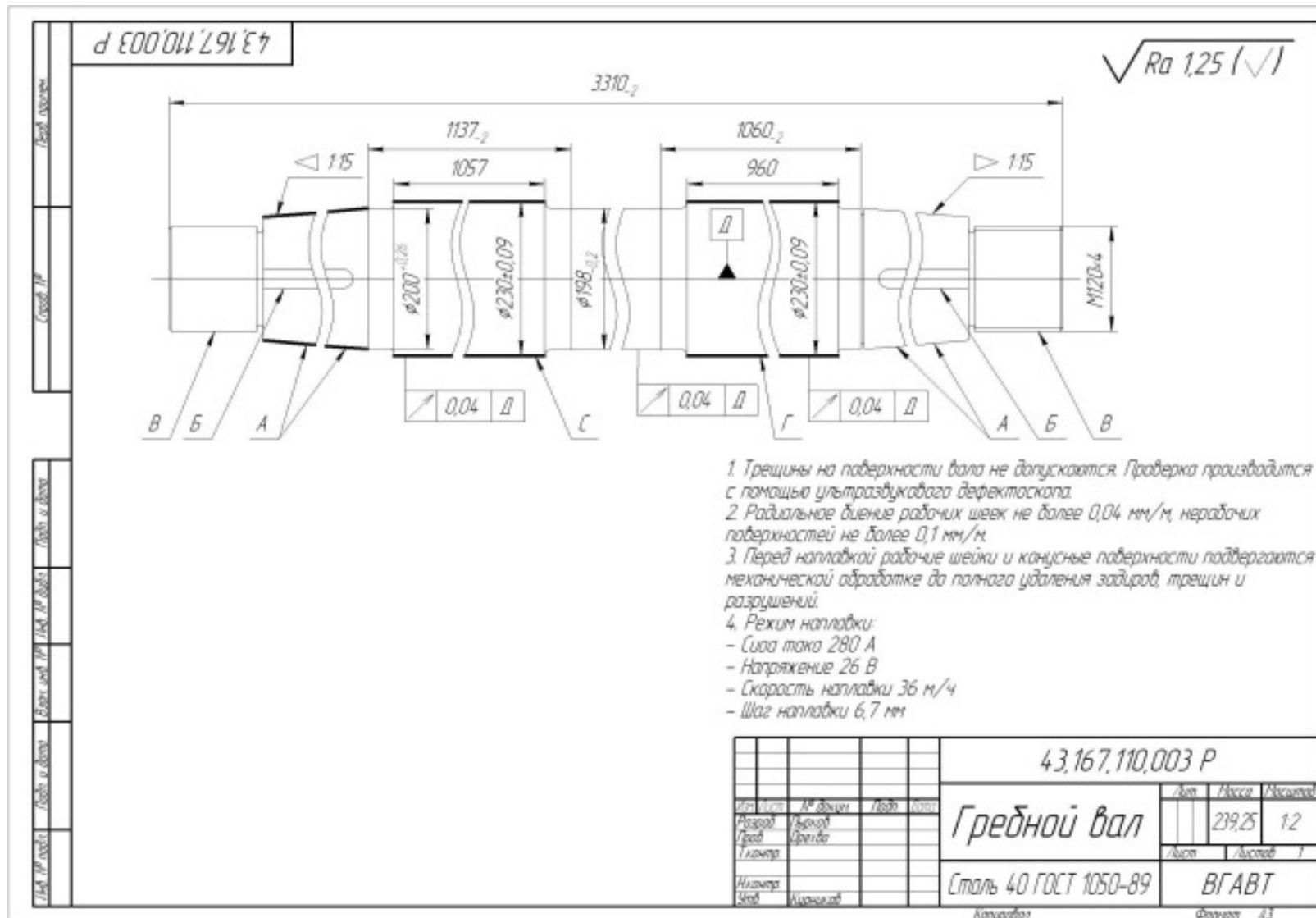
| | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------------|--|--|-------------------------------|-----------------|-------------|-------------|--|--|--------------|--|---|---|
| Дудл. | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | |
| Подл. | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 02171.12301P | | 1 | 1 |
| Разраб. | Иванов И.И. | | | ФБОУ ВПО "ВГАВТ" | 43.119.000.002P | Контрольная | ВГАВТ43. | | | | | | |
| Проверил | Петров П.П. | | | | | | 20171.12335 | | | | | | |
| Утвердил | Сидоров С.С. | | | | | | | | | | | | |
| Т.контр. | | | | | | | | | | | | | |
| Н.контр. | | | | Втулка нажимная двигателя ЗД6 | | | | | | 035 | | | |

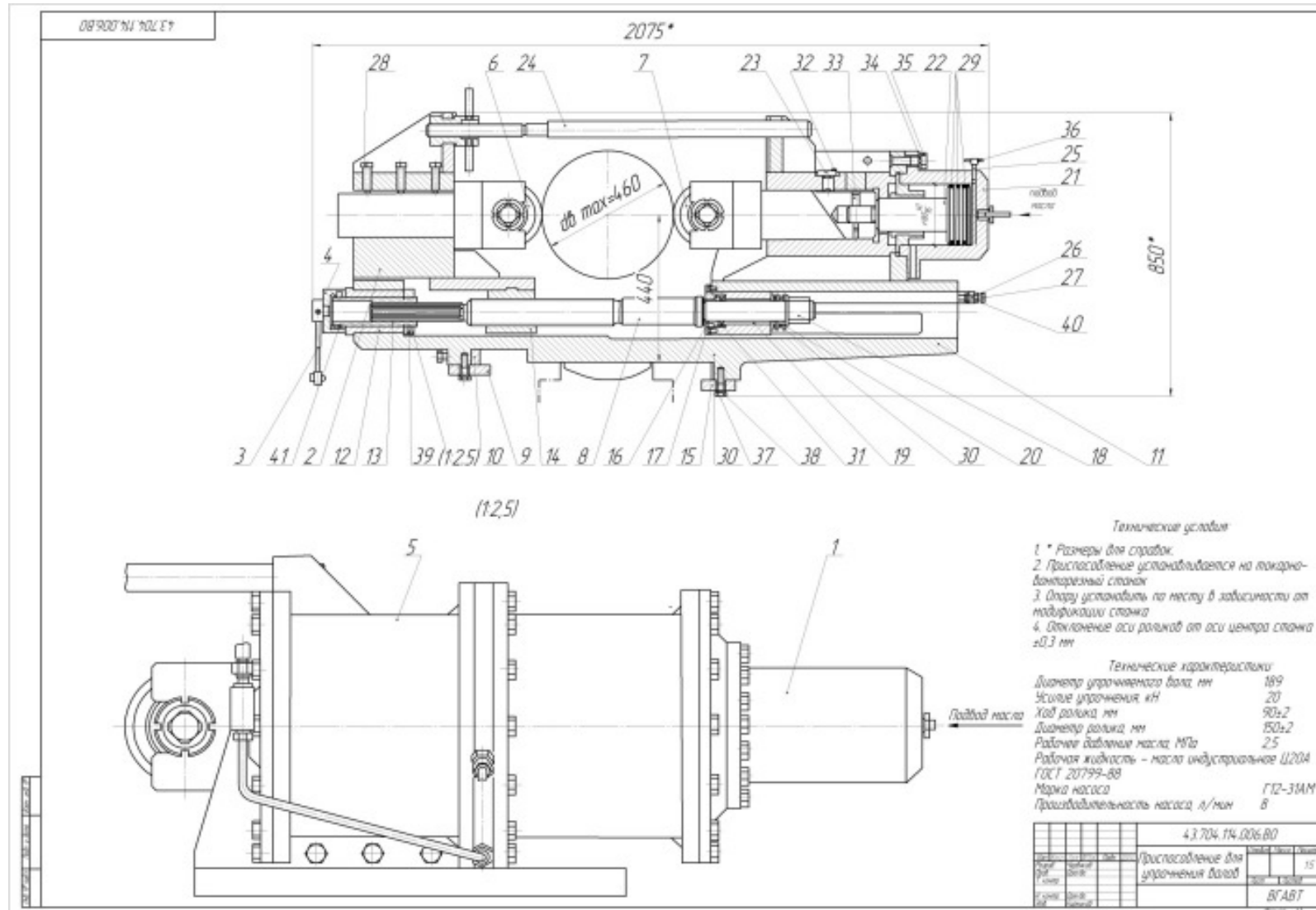


КЭ Карта эскизов



Трехмерная модель втулки





| Формат | Зона | Лист | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|-------------------|----------|----------|-------------|-------------------------------------|----------------|------------|
| | | | | | | |
| Лист. примен. | | | | Документация | | |
| | | | | Сборочный чертеж | | |
| | | | | Сборочные единицы | | |
| | | 1 | | Корпус каретки | 1 | |
| | | 2 | | Каретка | 1 | |
| | | 3 | | Ручка | 1 | |
| | | 4 | | Гильза | 1 | |
| Склад. № | | 5 | | Пневмогидроусилитель | 1 | |
| | | 6 | | Ролик сглаживающий | 1 | |
| | | 7 | | Ролик упрочняющий | 1 | |
| | | | | Детали | | |
| | | 8 | | Винт | 1 | |
| | | 9 | | Планка | 1 | |
| | | 10 | | Планка | 1 | |
| Лист. и дата | | 11 | | Гайка | 1 | |
| | | 12 | | Втулка | 1 | |
| | | 13 | | Втулка | 1 | |
| | | 14 | | Гайка | 1 | |
| | | 15 | | Планка | 1 | |
| 43.704.114.006 В0 | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |
| Разроб. | Червяков | | | | Лит. | Лист |
| Проб. | Орехва | | | | 1 | 3 |
| Нкантр. | | | | | ФГОУ ВПО ВГАВТ | |
| Утв. | | | | | каф. ТКМ и МР | |
| | | | | Приспособление для упрочнения валов | | |
| | | | | Копировал | Формат А4 | |

| № п/п | Размер | Зона | Поз | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание | № п/п табл. | Взам. инв. № | Лист и дата | № инв. № | Лист и дата | Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | 43.704.114.006 В0 | | Лист |
|-------|--------|------|-----|-------------|--|------|------------|-------------|--------------|-------------|----------|-------------|------|------|----------|-------|------|-------------------|--|-----------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | |
| | | | 16 | | Втулка | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 17 | | Крышка | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 18 | | Гайка | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 19 | | Втулка | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 20 | | Кольцо | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 21 | | Цилиндр | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 22 | | Поршень | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 23 | | Шпанка | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 24 | | Распорка | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 25 | | Клапан | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 26 | | Клин | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 27 | | Болт | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 28 | | Винт | 7 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Стандартные изделия | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 29 | | Кольцо уплотнительное №52 167x5,7 (114) | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 30 | | Кольцо сальниковое 88x69 | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 31 | | Шарикоподшипник 8211 ГОСТ 6874-84 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 32 | | Болт М8-6dх25.46 ГОСТ 7798-70 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | 33 | | Штифт конический 12x100 ГОСТ9491-80 | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | 43.704.114.006 В0 | | | | | | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| | | | | | Копировал | | | | | | | | | | | | | | | Формат А4 |

| Формат | Зона | Паз | Обозначение | Наименование | Кол. | Примечание |
|--------|------|-----|-------------|-----------------------------------|------|------------|
| | | 34 | | Шайба 24Н65Г ГОСТ 6402-70 | 12 | |
| | | 35 | | Болт М24-6дх80,46 ГОСТ 3128-80 | 12 | |
| | | 36 | | Штифт 6п6х40 ГОСТ 3128-80 | 1 | |
| | | 37 | | Болт М20-6дх65,46 ГОСТ 7798-70 | 14 | |
| | | 38 | | Шайба 20Н.65Г ГОСТ 6402-70 | 14 | |
| | | 39 | | Винт М10-6дх20,46 ГОСТ 1476-74 | 1 | |
| | | 40 | | Гайка М12-6Н.4 ГОСТ 5929-70 | 4 | |
| | | 41 | | Шпонка 24х12х80 ГОСТ 8789-80 | 1 | |

| | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------|------|-------------------|------|
| Лист № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Лист № подл. | Лист № докум. | Подп. | Дата | 43.704.114.006 В0 | Лист |
| | | | | | | | | 3 |

Копировал Формат А4

Расчет режимов резания и технологическое нормирование времени

1. Сверление

Исходные данные для расчета режима резания

| | |
|--|---------------------------|
| Обрабатываемая поверхность | Внутренняя цилиндрическая |
| Материал заготовки | СЧ 20 ГОСТ 1412–85 |
| Предел прочности при растяжении | 200 МПа |
| Требуемая шероховатость обработанной поверхности | Rz = 40 мкм |
| Диаметр отверстия | D = 10 мм |
| Длина отверстия | l = 15 мм |

Для данной операции назначаем станок: вертикально – сверлильный 2Н118, режущий инструмент – сверло 2300–6994 Р18 ГОСТ 886–77.

1.1. Определение величины припуска для черного сверления, снимаемого при одном проходе инструмента ($i = 1$), по формуле:

$$t = \frac{D}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ мм.}$$

1.2. Назначение подачи инструмента.

Стадия обработки черновая, поэтому для серого чугуна при HB < 170, по справочнику [24], рекомендуемая подача 0,34–0,45 мм/об.

Согласно паспортным данным станка корректируем подачу до ближайшего значения. Тогда величина подачи будет равна:

$$S_o = 0,4 \frac{\text{мм}}{\text{об.}}$$

1.3. Назначение периода стойкости инструмента.

В соответствии с данными справочника [24] при одноинструментальной обработке его значение составляет

$$T = 35 \text{ мин.}$$

1.4. Определение скорости главного движения резания инструмента – по формуле:

$$v = \frac{C_v \times K_v}{T^m \times t^x \times S_o^y},$$

где C_v – безразмерный коэффициент, зависящий от условий обработки. Принимается по справочнику [24]:

$$C_v = 25,3;$$

t – глубина резания при одном проходе инструмента, $t = 5 \text{ мм}$;

S_o – подачи инструмента, $S_o = 0,4 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$;

m, x, y – показатели степени, принимается по справочнику [24]:

$$m = 0,125, x = 0,25, y = 0,4;$$

K_v – общий поправочный коэффициент.

Общий поправочный коэффициент для сверления при одноинструментальной обработке определяется по формуле

$$K_v = K_{\mu v} K_{uv} K_{lv},$$

где $K_{\mu v}$ – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки [24];

$$K_{\mu v} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}.$$

где n_v – показатель степени, характеризующий группу материала по обрабатываемости, принимается по справочнику [24]:

$$n_v = 1,3;$$

HB – твердость материала, $HB = 120$.

Значение коэффициента, учитывающего влияние материала заготовки:

$$K_{\mu v} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v} = \left(\frac{190}{120} \right)^{1,3} = 1,817;$$

K_{uv} – коэффициент, учитывающий влияние материала инструмента, определяется по справочнику [24], и для быстрорежущей стали P18 принимается:

$$K_{uv} = 1;$$

K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления, определяется по справочнику [24]:

$$K_{lv} = 1.$$

Общий поправочный коэффициент равен:

$$K_v = K_{\mu v} K_{uv} K_{lv} = 1,817 \cdot 1 \cdot 1 = 1,817.$$

Скорость главного движения резания инструмента, м/мин:

$$v = \frac{C_v}{T^m t^x S_o^y} K_v = \frac{23,5}{35^{0,125} \cdot 5^{0,25} \cdot 0,4^{0,4}} \cdot 1,817 = 75,63$$

1.5. Определение частоты вращения шпинделя:

$$n = 1000 \times \frac{v}{\pi \times D} = 1000 \times \frac{75,63}{\pi \times 10} = 2408 \text{ мин}^{-1}.$$

где $v = 75,63$ – скорость главного движения резания инструмента, м/мин;

D – диаметр отверстия, $D = 10$ мм.

Корректируем полученную частоту вращения шпинделя по паспортным данным станка, назначаем ближайшее наименьшее значение.

$$n = 1400 \text{ мин}^{-1}.$$

Необходимо уточнить фактическую скорость резания инструмента:

$$v = \pi \times D \times \frac{n}{1000} = 3,14 \times 10 \times \frac{1400}{1000} = 43,982 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

где D – диаметр отверстия, $D = 10$ мм;

n – принятая частота вращения шпинделя, $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$.

1.6. Определение величины силы резания (осевой), которая находится по формуле:

$$P_o = 10 \times C_p \times D^2 \times S_o^y \times K_{p_o}.$$

где C_p – коэффициент, характеризующий условия обработки, принимается по справочнику [24]: $C_p = 42$;

D – диаметр отверстия, $D = 20$ мм;

S_o – подачи инструмента, $S_o = 0,4 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$;
 q, y – показатели степени, характеризующей условия обработки, принимается по справочнику [24]:

$$q = 1,2, y = 0,75;$$

K_{po} – коэффициент, учитывающий влияние условий резания (отличие заданных условий от эталонных), для сверления его значение можно принять:

$$K_{po} = K_{mp}.$$

где K_{mp} – коэффициент, учитывающий свойства материала заготовки, определяется по формуле

$$K_{mp} = \left(\frac{HB}{190} \right)^{n_v} = \left(\frac{120}{190} \right)^{1,3} = 0,55.$$

где n_v – показатель степени, характеризующий группу материала по обрабатываемости, принимается по справочнику [24]:

$$n_v = 1,3;$$

HB – твердость материала, $HB = 120$;

Величина силы резания:

$$P_o = 10 \times 42 \times 10^{1,2} \times 0,4^{0,75} \times 0,55 = 1842 \text{ Н.}$$

1.7. Определение мощности резания:

$$N = P_o \times \frac{v}{1020 \times 60} = 1842 \times \frac{43,982}{1020 \times 60} = 1,324 \text{ кВт.}$$

где P_o – сила резания, $P_o = 1842 \text{ Н}$;

v – скорость главного движения резания, $v = 43,982 \text{ м/мин}$.

Мощность на шпинделе станка, определяется по формуле:

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{эл}} \times \eta.$$

где η – КПД передачи для станка 2Н125, определяется по паспортным данным станка:

$$\eta = 0,8;$$

$N_{эл}$ – мощность электродвигателя привода главного движения резания, определяется по паспортным данным станка:

$$N_{эл} = 4 \text{ кВт.}$$

Мощность на шпинделе станка:

$$N_{шт} = 4 \times 0,8 = 3,2 \text{ кВт.}$$

$N \leq N_{шт}$ – условие выполняется, обработка возможна.

1.8. Определение основного времени обработки по формуле

$$T_o = \frac{L \times i}{n \times S_o},$$

где L – длина рабочего хода инструмента, определяется по формуле:

$$L = l + y + \Delta,$$

где i – число проходов инструмента, $i = 1$;

n – частота вращения детали, $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$;

S_o – подачи инструмента, $S_o = 0,4 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$;

l – длина отверстия, 12 мм;

Δ – перебеги инструмента, можно принять 1 ... 3 мм;

y – врезание инструмента, определяется по выражению:

$$y = \frac{1}{\text{tg} \frac{180 - 2 \times \varphi}{2}},$$

где $2 \times \varphi$ – угол при вершине;

$$2 \times \varphi = 118^\circ.$$

Врезание инструмента:

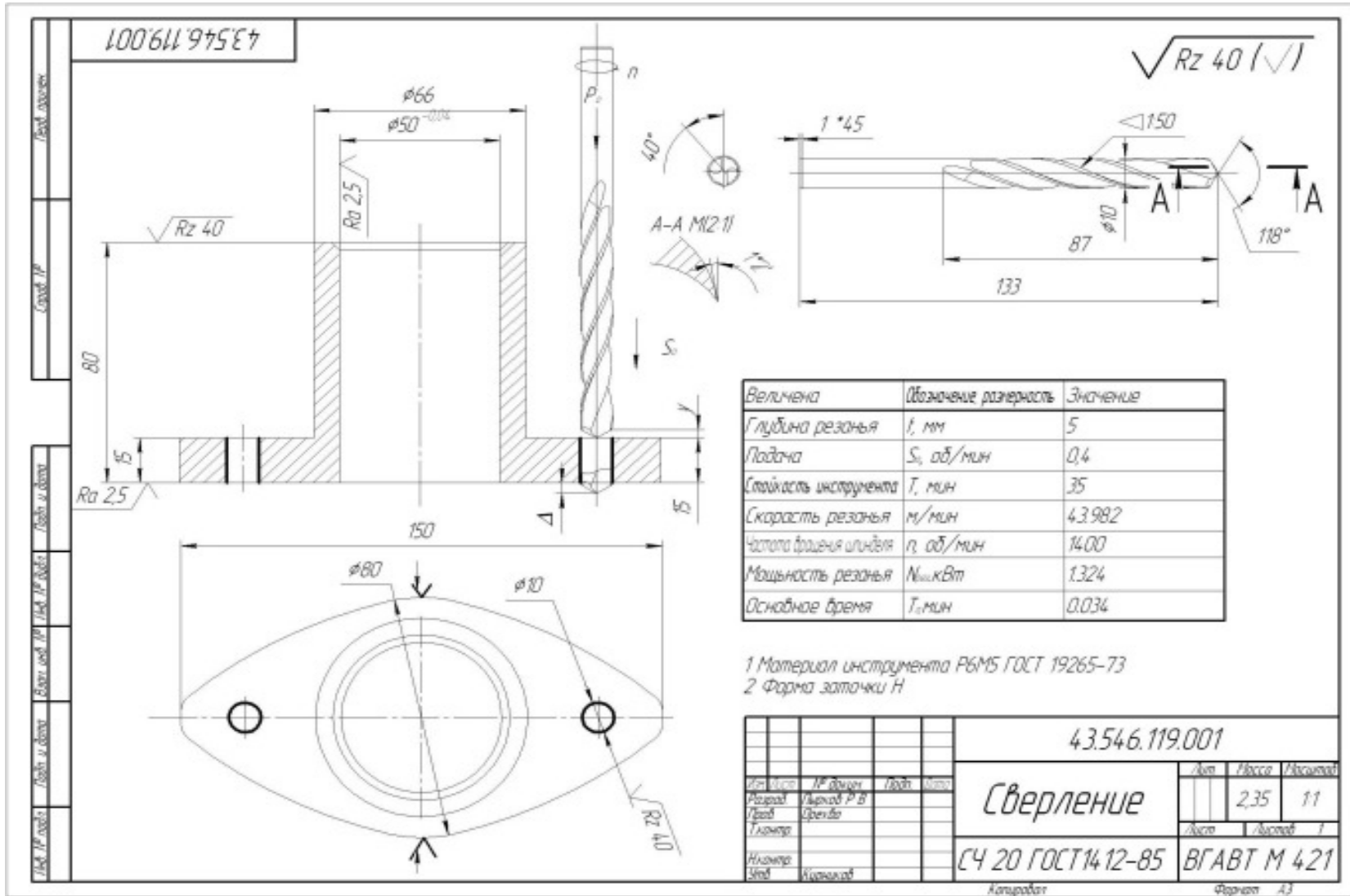
$$y = \frac{1}{\text{tg} \frac{180 - 2 \times \varphi}{2}} = \frac{1}{\text{tg} \frac{180 - 118}{2}} = 2,123 \text{ мм.}$$

Длина рабочего хода инструмента:

$$L = 15 + 2,123 + 2 = 19,123 \text{ мм.}$$

Основное время:

$$T_o = \frac{L \times i}{n \times S_o} = \frac{19,123 \times 1}{1400 \times 0,4} = 0,034 \text{ мин.}$$



2. Точение

Исходные данные для расчета режима резания

| Обрабатываемая поверхность | Внутренняя коническая |
|--|----------------------------------|
| Материал заготовки | Бронза БрОЦС 6-6-3 ГОСТ 18175–78 |
| Предел прочности | 200 МПа |
| Твердость | 110НВ |
| Требуемая шероховатость обработанной поверхности | Ra = 2.5 мкм |
| Наибольший диаметр конуса | 75 мм |
| Наименьший диаметр конуса | 25 мм |
| Угол наклона образующий конуса | 15° |

Для данной операции назначаем станок – токарно-винторезный 16К20, режущий инструмент – резец 2102-0055 Т15К6 ГОСТ 18877–73.

2.1. Определение глубины резания.

Припуск на обработку при внутреннем наклонном точении равен:

$$h = 25 \text{ мм.}$$

Припуск снимаем за 10 проходов, то есть принимаем $i = 10$. Тогда глубина резания при одном проходе инструмента составит:

$$t = 2,5 \text{ мм.}$$

2.2. Назначение подачи инструмента.

Стадия обработки черновая, поэтому для бронзы, по справочнику [24], рекомендуемая подача инструмента 0,6–0,9 мм/об.

Согласно паспортным данным станка корректируем подачу до ближайшего значения. Тогда величина подачи будет равна:

$$S_v = 0,8 \frac{\text{мм}}{\text{об.}}$$

2.3. Определение периода стойкости инструмента.

В справочнике [24] указывается, что при одноинструментальной обработке период стойкости следует выбирать в пределах 30–60 мин. Тогда значение стойкости инструмента принимаем:

$$T = 60 \text{ мин.}$$

2.4. Определение скорости главного движения резания инструмента по формуле:

$$V = \frac{C_v \times K_v}{T \times t \times S_o'}$$

где C_v – безразмерный коэффициент, определяется по справочнику [24]. Для внутреннего конусного точения бронзы с НВ 110 резцами из твердого сплава Т15К6 с подачами свыше 0,2 мм/об, значение коэффициента:

$$C_v = 182;$$

t – глубина резания при одном проходе инструмента:

$$t = 2,5 \text{ мм};$$

$$S_o' - \text{подачи инструмента, } S_o = 0,8 \frac{\text{мм}}{\text{об}};$$

m, x, y – безразмерные показатели степени, принимаются по справочнику [24]:

$$m = 0,2; x = 0,12; y = 0,4;$$

K_v – коэффициент, учитывающий отличие заданных условий обработки от эталонных, является произведением коэффициентов:

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{uv} \times K_{\phi} \times K_{\phi 1} \times K_r \times K_{tu} \times K_{tc}.$$

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

K_{nv} – коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки;

K_{uv} – коэффициент, учитывающий материал инструмента;

$K_{\phi} \cdot K_{\phi 1}$ – коэффициенты, учитывающие влияние главного и вспомогательного углов в плане;

K_r – коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца.

Коэффициенты K_{tu} и K_{tc} при одноинструментальной обработке не учитываются.

Тогда

$$K_v = K_{\mu v} \times K_{nv} \times K_{uv} \times K_{\varphi} \times K_{\varphi 1} \times K_r.$$

Коэффициент K_{uv} рассчитывается по формуле

$$K_{uv} = \left(\frac{HB}{110} \right)^{n_v}.$$

где n_v – показатель степени при обработке, принимается по справочнику [24]. Для Бронзы с обработкой резцами из твердого сплава:

$$n_v = 1.$$

HB – твердость материала, $HB = 110$.

Тогда коэффициент K_{uv} :

$$K_{uv} = \left(\frac{HB}{110} \right)^{n_v} = \left(\frac{110}{110} \right)^1 = 1.$$

Коэффициент K_{nv} принимается по справочнику [24] – для бронзовых отливок с коркой при нормальной загрязненности поверхности: $K_{nv} = 0,8$.

Коэффициент K_{uv} принимается по справочнику [24], для обрабатываемого материала – бронза и инструментального материала – твердый сплав Т15К6, $K_{uv} = 1$.

Коэффициенты K_{φ} , $K_{\varphi 1}$, K_r определяются по справочнику [24]:

$K_{\varphi} = 1$ (главный угол в плане $\varphi = 45$);

$K_{\varphi 1} = 0,87$ (вспомогательный угол в плане $\varphi 1 = 45$);

K_r – учитывается только для резцов из быстрорежущей стали, то есть $K_r = 1$.

Значение коэффициента K_v :

$$K_v = 1 \times 0,8 \times 1 \times 0,87 \times 1 = 0,696.$$

Значение скорости резания:

2.5 Определение частоты вращения детали по формуле

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times D},$$

где v – скорость главного движения резания инструмента:

$$v = 54,7 \frac{\text{М}}{\text{МИН}};$$

D – диаметр обрабатываемой поверхности.

Тогда усредненная частота вращения определится как средняя частота при максимальном и минимальном диаметре:

$$n_{\text{max}} = \frac{1000 \times 54,7}{3,14 \times 75} = 232 \text{ МИН}^{-1},$$

$$n_{\text{min}} = \frac{1000 \times 54,7}{3,14 \times 25} = 697 \text{ МИН}^{-1},$$

$$n_{\text{cp}} = \frac{232 + 697}{2} = 464,5 \text{ МИН}^{-1}$$

Корректируем полученную частоту вращения по паспортным данным станка – назначаем ближайшее наименьшее значение $n = 400 \text{ МИН}^{-1}$.

Определение фактической скорости резания, производится по формуле:

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000},$$

где D – диаметр обрабатываемой поверхности;

n – принятая частота вращения шпинделя, $n = 400 \text{ МИН}^{-1}$

Тогда

$$v_{\text{max}} = \frac{3,14 \times 75 \times 400}{1000} = 94,2 \frac{\text{М}}{\text{МИН}};$$

$$v_{\text{min}} = \frac{3,14 \times 25 \times 400}{1000} = 31,4 \frac{\text{М}}{\text{МИН}};$$

$$v_{\text{cp}} = \frac{94,5 + 31,4}{2} = 62,8 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}.$$

В дальнейших расчетах используем значение скорости резания $62,8 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}$.

2.6. Определение величины составляющих сил резания. При точении наибольшее влияние на мощность резания оказывает составляющая P_z . Она рассчитывается по формуле:

$$P_z = 10 \times C_{pz} \times t^x \times S_o^y \times v^n \times K_{pz},$$

где C_{pz} , x , y , n – коэффициент и показатели степени, характеризующие условия обработки, принимаются по справочнику [24]. Для внутреннего конусного точения бронзы с НВ 110 резцами из твердого сплава значение коэффициентов:

$$C_{pz} = 55 \quad x = 1, y = 0,66, n = 0;$$

S_o – подачи инструмента, $S_o = 0,8 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$;

v – принятая скорость резания, $v = 62,8$ м/мин;

t – глубина резания при одном проходе инструмента:

$$t = 2,5 \text{ мм};$$

K_{pz} – коэффициент, учитывающий влияние условий резания (отличие заданных от эталонных). Является произведением коэффициентов:

$$K_{pz} = K_{\mu p} \times K_{\phi p} \times K_{\gamma p} \times K_{\lambda p} \times K_r,$$

где $K_{\mu p}$ – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

$K_{\phi p}$ – коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане;

$K_{\gamma p}$ – коэффициент, учитывающий влияние переднего угла;

$K_{\lambda p}$ – коэффициент, учитывающий влияния угла наклона главной режущей кромки;

K_r – коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца.

Коэффициент $K_{\mu p}$ определяется по формуле:

$$K_{\mu p} = \left(\frac{HB}{110} \right)^{n_v} = \left(\frac{110}{110} \right)^1 = 1,$$

где n_v – показатель степени при обработке, принимается по справочнику [24]. Для бронзы с обработкой резцами из твердого сплава

$$n_v = 1.$$

$HВ$ – твердость материала, $HВ = 110$.

Коэффициент $K_{ФР}$, $K_{ГР}$, $K_{ЛР}$, K_r определяем по справочнику [24]:

$$K_{ФР} = 1, K_{ГР} = 1,1, K_{ЛР} = 1 ;$$

K_r – учитывается только для резцов из быстрорежущей стали:

$$K_r = 1.$$

Тогда:

$$K_{PЗ} = 1 \times 1 \times 1,1 \times 1 \times 0,93 = 1,023.$$

Сила P_z будет равна:

$$P_z = 10 \times 55 \times 2,5^1 \times 0,8^{0,66} \times 62,8^0 \times 1,023 = 1209 \text{ Н}.$$

2.7. Определение мощности резания:

$$N = \frac{P_z \times v_{cp}}{1020 \times 60} = \frac{1209 \times 62,8}{1020 \times 60} 1,25 \text{ кВт},$$

где P_z – сила резания, $P_z = 1209 \text{ Н}$;

v – скорость главного движения резания, $v = 62,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$.

Проверим, достаточна ли мощность привода станка для осуществления процесса резания. Должно выполняться условие:

$$N < N_{шп},$$

где $N_{шп}$ – мощность на шпинделе станка:

$$N_{шп} = N_{эл} \times \eta ,$$

где $N_{эл}$ – мощность электродвигателя станка, принимается по паспортным данным станка:

$$N_{эл} = 10 \text{ кВт};$$

η – к. п. д. передачи, принимается по паспортным данным станка:

$$\eta = 0,75.$$

Мощность на шпинделе станка:

$$N_{\text{шп}} = 10 \times 0,75 = 7,5 \text{ кВт},$$

Условие выполняется, обработка возможна.

2.8. Определение основного времени обработки – по формуле:

$$T_o = \frac{L \times i}{n \times S_o},$$

где i – число проходов инструмента, $i = 10$;

n – частота вращения детали, $n = 400 \text{ мин}^{-1}$;

S_o – подачи инструмента, $S_o = 0,8 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$;

L – длина рабочего хода резца, определяемая по формуле:

$$L = l + y + \Delta,$$

где l – длина обрабатываемой поверхности;

y – врезание резца, определяется по формуле:

$$y = t \times \cos \varphi = 2,5 \times \cos 45^\circ = 1,76$$

Δ – перебег резца, можно принять: $\Delta = 2 \text{ мм}$.

Длина обрабатываемой поверхности:

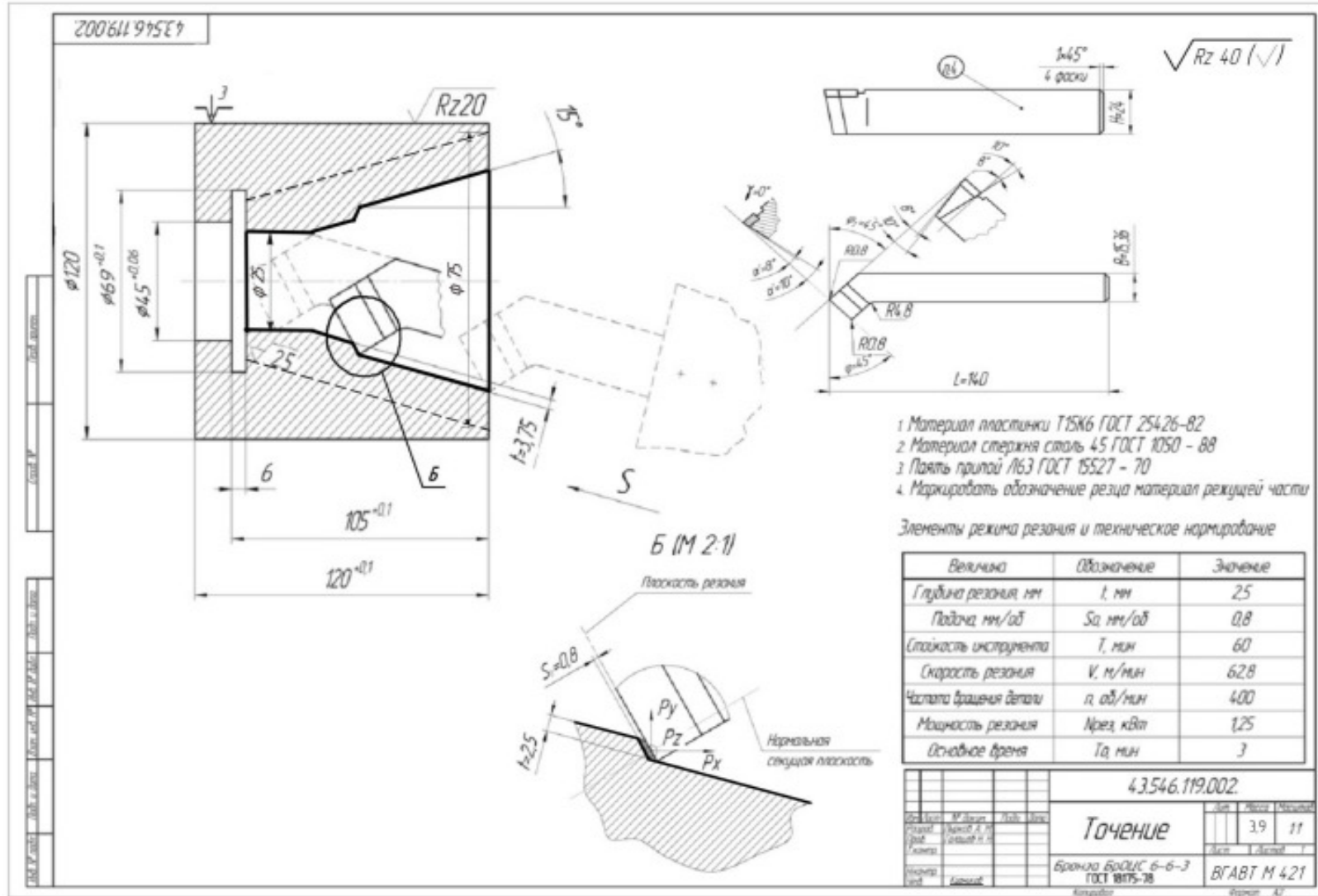
$$l = 48,2 \text{ мм};$$

Длина рабочего хода резца:

$$L = 48,2 + 1,76 + 2 = 51,96 \text{ мм}.$$

Значение основного времени:

$$T_o = \frac{L \times i}{n \times S_o} = \frac{51,96 \times 10}{400 \times 0,8} = 1,62 \text{ мин}.$$



3. Фрезерование

Исходные данные для расчета режима резания

| | |
|--|------------------------|
| Обрабатываемая поверхность | Шпоночный паз |
| Материал заготовки | Сталь 50Г ГОСТ 4543–71 |
| Предел прочности | 650 МПа |
| Твердость | 202НВ |
| Требуемая шероховатость обработанной поверхности | Rz = 20 мкм |
| Ширина пазы | 20 мм |
| Глубина пазы | 5 мм |
| Длина пазы | 40 мм |

Для фрезерования шпоночного пазы используем фрезерный станок 6Н81, а также пальчиковую фрезу Р18 ϕ 20 ГОСТ 9140–78.

3.1. Определение глубины резания.

Глубина шпоночного пазы 5 мм, соответственно глубина резания будет равна: $t = 5$ мм.

3.2. Определение подачи на зуб. Рекомендуемая подача на зуб при черновом фрезеровании определяется по справочнику [26].

Значение подачи на зуб:

$$S_z = 0,04 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}$$

3.3. Определение стойкости инструмента.

В справочнике [25] указывается, что при одноинструментальной обработке период стойкости следует выбирать в пределах 120–160 мин. Тогда значение стойкости инструмента назначаем:

$$T = 120 \text{ мин.}$$

3.4. Определение скорости резания.

Определение скорости резания производится по формуле:

$$v = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times t^x \times S_z^y \times B^u \times Z^p} \times K_v$$

где C_v – коэффициент, определяемый по справочнику [26]:

$$C_v = 12;$$

D – диаметр фрезы, $D = 20$ мм;

B – ширина фрезы, $B = D = 20$ мм;

z – число зубьев фрезы, $z = 2$;

t – глубина резания, $t = 5$ мм;

T – стойкость инструмента, $T = 120$ мин;

m, x, y, u, p, q – показатели степени, определяемые по справочнику [26]:

$$m = 0,26, x = 0,3, y = 0,25, u = 0, p = 0, q = 0,3;$$

K_v – общий поправочный коэффициент, определяется по формуле:

$$K_v = K_{\mu v} \times K_{\eta v} \times K_{\lambda v}$$

где $K_{\mu v}$ – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки, при обработке стали определяется по формуле:

$$K_{\mu v} = \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

где σ_B – предел прочности материала заготовки $\sigma_v = 650$ МПа;

n_v – показатель степени при обработке принимается по справочнику [26]. Для стали при обработке резцами из быстрорежущей стали $n_v = 1,75$

Тогда значение коэффициента влияния материала заготовки:

$$K_{\mu v} = \left(\frac{750}{650} \right)^{1,75} = 1,28;$$

$K_{\eta v}$ – коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки, определяется по справочнику [26]:

$$K_{\eta v} = 1;$$

$K_{\lambda v}$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента, определяется по справочнику [26]:

$$K_{\lambda v} = 0,8.$$

Тогда значение общего поправочного коэффициента:

$$K_v = 1,28 \times 1 \times 0,8 = 1,024.$$

Значение скорости резания инструмента:

$$v = \frac{12 \times 20^{0,3}}{120^{0,25} \times 5^{0,3} \times 0,04^{0,25} \times 20^0 \times 2^0} = 65,66 \frac{\text{М}}{\text{МИН}}.$$

3.5. Определение частоты вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя, соответствующая скорости резания, определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \times v}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 65,66}{3,14 \times 20} = 1045 \text{ мин}^{-1}.$$

где v – скорость резания инструмента:

D – диаметр фрезы, $D = 20$ мм.

Корректируем полученную частоту вращения по паспортным данным станка – принимаем ближайшее наименьшее значение $n = 945 \text{ мин}^{-1}$.

Необходимо уточнить скорость резания по принятым оборотам шпинделя:

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{3,14 \times 20 \times 945}{1000} = 59,346 \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

где D – диаметр фрезы, $D = 20$ мм;

n – принятая частота вращения инструмента, $n = 945 \text{ мин}^{-1}$;

3.6. Определение минутной подачи.

Определение минутной подачи, производится по формуле:

$$S_M = S_Z \times Z \times n.$$

где Z – число зубьев фрезы, для данной фрезы $Z = 2$;

n – принятая частота вращения инструмента, $n = 945 \text{ мин}^{-1}$;

$$S_Z \text{ – подача на зуб, } S_Z = 0,04 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}.$$

Значение минутной подачи:

$$S_M = 0,04 \times 2 \times 945 = 37,8 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}.$$

3.7. Определение силы резания.

Главная составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила, определяемая по формуле:

$$P_Z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_Z^y \times B^u \times z}{D^q \times n^w} \times K_{\mu p}$$

где C_p – коэффициент, принимается по справочнику [26];

$$C_p = 62;$$

x, y, u, q, w – коэффициенты степени, определяются по справочнику [26]:

$$x = 0,86, y = 0,72, u = 1, q = 0,86, w = 0;$$

n – принятая частота вращения инструмента, $n = 945 \text{ мин}^{-1}$;

$$S_z \text{ – подача на зуб, } S_z = 0,04 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}};$$

D – диаметр фрезы, $D = 20 \text{ мм}$;

B – ширина фрезы, $B = D = 20 \text{ мм}$;

z – число зубьев фрезы, $z = 2$;

t – глубина резания, $t = 5 \text{ мм}$;

$K_{\mu p}$ – поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала, определяются по формуле:

$$K_{\mu p} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n,$$

где σ_B – предел прочности материала заготовки, $\sigma_B = 650 \text{ МПа}$;

n – показатель степени, принимается по справочнику [26]:

$$n = 0,3.$$

Тогда значение коэффициента:

$$K_{\mu p} = \left(\frac{650}{750} \right)^{0,3} = 0,955.$$

Значение силы резания:

$$P_z = \frac{10 \times 62 \times 5^{0,86} \times 0,04^{0,72} \times 20^1 \times 2}{20^{0,86} \times 945^0} \times 0,955 = 741,1 \text{ Н.}$$

3.7. Определение мощности резания.

Мощность резания определяется по формуле:

$$N = \frac{P_z \times v}{1020 \times 60} = \frac{741,1 \times 59,346}{1020 \times 60} = 716 \text{ Вт},$$

где P_z – сила резания, $P_z = 741,1 \text{ Н}$;

v – скорость главного движения резания, $v = 59,346 \text{ м/мин}$.

Проверим, достаточна ли мощность привода станка для осуществления процесса резания. Должно выполняться условие:

$$N < N_{\text{шп}}$$

где $N_{\text{шп}}$, – мощность на шпинделе станка:

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{эл}} \times \eta ,$$

где $N_{\text{эл}}$ – мощность электродвигателя станка, принимается по паспортным данным станка:

$$N_{\text{эл}} = 4,5 \text{ кВт};$$

η – к. п. д. передачи, принимается по паспортным данным станка:

$$\eta = 0,75.$$

Мощность на шпинделе станка:

$$N_{\text{шп}} = 4,5 \times 0,75 = 3,375 \text{ кВт}.$$

Условие выполняется, обработка возможна.

3.8. Определение основного времени обработки заготовки, по формуле:

$$T_o = \frac{L}{S_{\text{м}}} \times i,$$

где L – расчётная длина обрабатываемой поверхности, при фрезеровании шпоночного паза можно принять равной длине паза;

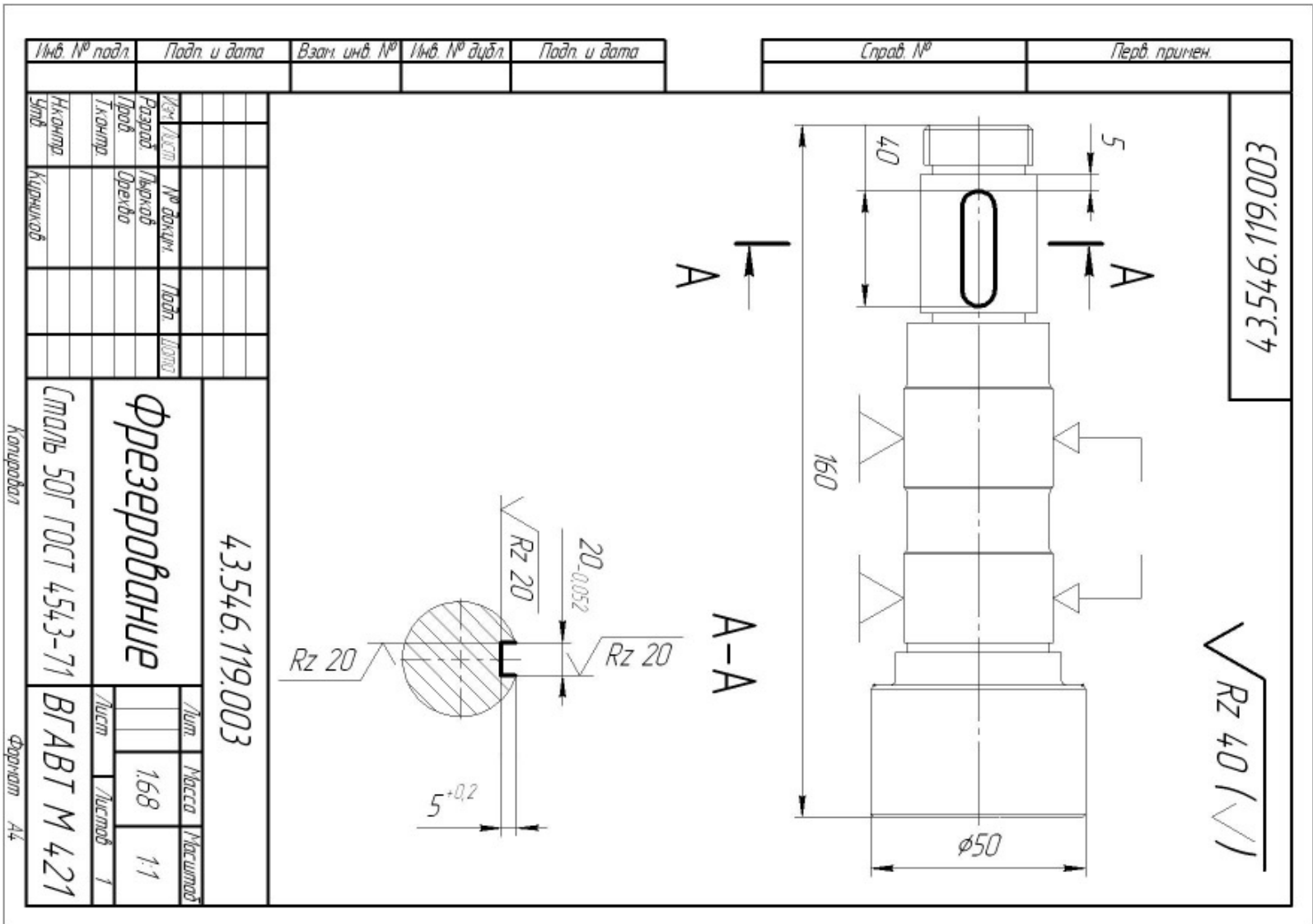
$$L = 40 \text{ мм};$$

i – число проходов фрезой, $i = 1$;

$S_{\text{м}}$ – минутная подача, $S_{\text{м}} = 37,8 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$

Значение основного времени обработки:

$$T_o = \frac{40}{37,8} \times 1 = 1,05 \text{ мин}.$$



4. Шлифование

Исходные данные для расчета режима резания

| | |
|--|-------------------------|
| Обрабатываемая поверхность | Наружная цилиндрическая |
| Материал заготовки | Сталь 40Х ГОСТ 4543–71 |
| Предел прочности | 980 МПа |
| Твердость | 200НВ |
| Требуемая шероховатость обработанной поверхности | $Ra = 0.32$ мкм |
| Диаметр вала | $D = 80$ мм |
| Длина обрабатываемой поверхности | $L = 80$ мм |

Для заданной операции используем станок круглошлифовальный 3Б153У. Так как схема шлифования наружная, то применяем шлифовальный круг 24А36-60С1К ГОСТ 2424–83.

4.1. Определение глубины резания.

Припуск на обработку при наружном шлифовании равен:

$$h = 0,1 \text{ мм.}$$

Припуск снимаем за 4 прохода, то есть принимаем $i = 4$. Тогда величина глубины резания составит:

$$t = 0,025 \text{ мм.}$$

4.2. Определение поперечной подачи.

Исходя из условия задания, поперечную подачу выбираем по справочнику [26]:

$$S_{\text{поп}} = 0,027 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

4.3. Определение продольной подачи.

Продольной подачей считается перемещение детали вдоль оси за один оборот. Она определяется по формуле:

$$S_{\text{пр}} = B \times \beta,$$

где B – ширина шлифовального круга, определяемая по справочнику [26];

$$B = 70 \text{ мм};$$

β – расчетный коэффициент, значение коэффициента β выбирается по справочнику [26]:

$$\beta = 0,42.$$

Тогда продольная подача будет равна:

$$S_{\text{пр}} = 70 \times 0,42 = 29,4 \frac{\text{мм}}{\text{об}}.$$

4.4. Определение частоты вращения детали.

Частота вращения детали определяется по формуле:

$$V_{\text{д}} = \frac{C_v \times D}{T^m \times t^x \times \beta},$$

где D – диаметр шлифуемой поверхности:

$$D = 80 \text{ мм};$$

t – глубина резания, $t = 0,025$ мм;

T – стойкость шлифовального круга, принимается по справочнику [26]:

$$T = 45 \text{ мин.}$$

C_v, m, x – коэффициент и показатель степени, выбираются по справочнику [26]:

$$C_v = 0,27, m = 0,5, x = 1,0;$$

тогда расчетная скорость вращения детали равна:

$$V_{\text{д}} = \frac{0,27 \times 80}{45^{0,5} \times 0,025^{1,0} \times 0,42} = 307 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Определение расчетной частоты вращения детали – по формуле:

$$n_{\text{д}} = \frac{1000 \times V_{\text{д}}}{\pi \times D},$$

где $V_{\text{д}}$ – скорость вращения детали, $v_{\text{д}} = 307$ м/мин;

D – диаметр шлифуемой поверхности, $D = 80$ мм;

Расчетная частота вращения детали равна:

$$n_d = \frac{1000 \times 307}{\pi \times 80} = 1222 \text{ мин}^{-1}.$$

Корректируем полученную частоту вращения по паспортным данным станка. Так как на данном станке бесступенчатое регулирование частоты вращения детали, то назначаем частоту вращения детали 1200 мин^{-1} .

4.5. Определение скорости вращения шлифовального круга.

Скорость вращения шлифовального круга находится по формуле:

$$V_k = \frac{\pi \times D_k \times n_k}{1000 \times 60},$$

где D_k – диаметр шлифовального круга, принимается по справочнику [26]. В соответствии с паспортными данными станка назначаем диаметр круга:

$$D_k = 200 \text{ мм};$$

n_k – частота вращения шлифовального круга, принимается по паспортным данным станка:

$$n_k = 1460 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Тогда скорость вращения шлифовального круга будет равна:

$$V_k = \frac{\pi \times 200 \times 1460}{1000 \times 60} = 15,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

4.6. Определение скорости перемещения стола.

Скорость перемещения стола находится по формуле:

$$V_c = \frac{S_{\text{пр}} \times n_d}{1000},$$

где $S_{\text{пр}}$ – продольная подача, $S_{\text{пр}} = 29,4 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$;

n_d – частота вращения детали, $n_d = 1200 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$.

Значение скорости перемещения стола:

$$V_c = \frac{29,4 \times 1200}{1000} = 35,28 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Полученное значение V_c должно находиться в пределах скоростей перемещения стола, указанных в паспорте выбранного станка. В противном случае необходимо провести корректировку n_d .

В данном случае нужна корректировка, так как по паспортным данным станка значение скорости стола 0,1–5,0 м/мин.

Тогда значение частоты вращения детали будет равно:

$$n_d = 150 \text{ мин}^{-1}.$$

Значение скорости перемещения стола:

$$V_c = \frac{29,4 \times 150}{1000} = 4,41 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

В данном случае корректировку проводить нет необходимости, так как полученная скорость перемещения стола находится в допустимых пределах выбранного нами станка.

Необходимо уточнить скорость вращения детали при её измененной частоте вращения:

$$V_d = \frac{n_d \times \pi \times D}{1000},$$

где n_d – измененная частота вращения детали, $n_d = 150 \text{ мин}^{-1}$;

D – диаметр шлифуемой поверхности, $D = 80 \text{ мм}$.

Значение скорости вращения детали:

$$V_d = \frac{150 \times 3,14 \times 80}{1000} = 37,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

4.7. Определение силы резания.

Определение тангенциальной силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \times C_p \times I_d^\mu \times S_{\text{пр}}^x \times t^y,$$

где C_p , u , x , y – коэффициенты, которые определяются по справочнику [26]:

$$C_p = 2,1, \quad u = 0,5, \quad x = 0,55, \quad y = 0,5;$$

$S_{пр}$ – продольная подача;

V_{Ω} – уточненная скорость вращения детали,

t – глубина резания, $t = 0,025$ мм;

тогда тангенциальная сила резания будет равна:

$$P_z = 10 \times 2,1 \times 37,8^{0,5} \times 29,4^{0,55} \times 0,025^{0,5} = 118 \text{ Н.}$$

4.8. Определение мощности на вращение шлифовального круга.

Мощность на вращение шлифовального круга определяется по формуле:

$$N = \frac{P_z \times V_k}{1020},$$

где P_z – сила резания, $P_z = 118 \text{ Н}$;

V_k – скорость вращения шлифовального круга, $V_k = 15,2 \frac{\text{М}}{\text{с}}$.

Значение мощности:

$$N = \frac{118 \times 15,2}{1020} = 1,76 \text{ кВт.}$$

Проверим, достаточна ли мощность привода станка для осуществления процесса резания. Должно выполняться условие:

$$N < N_{шп}$$

где $N_{шп}$ – мощность на шпинделе станка:

$$N_{шп} = N_{эл} \times \eta,$$

где $N_{эл}$ – мощность электродвигателя станка, принимается по паспортным данным станка:

$$N_{эл} = 5,5 \text{ кВт};$$

η – к. п. д. передачи, принимается по паспортным данным станка:

$$\eta = 0,8.$$

Мощность на шпинделе станка:

$$N_{\text{шп}} = 5,5 \times 0,8 = 4,4 \text{ кВт.}$$

Условие выполняется, обработка возможна.

4.9. Определение основного времени обработки заготовки по формуле:

$$T_o = \frac{2 \times L \times h \times K}{n_d \times S_{\text{пр}} \times t},$$

где L – длина продольного хода детали:

$$L = l + B;$$

где l – длина обрабатываемой поверхности, $l = 80$ мм;

B – ширина круга, $B = 70$ мм;

Длина обрабатываемой поверхности:

$$L = 80 + 70 = 150 \text{ мм;}$$

h – припуск на обработку, $h = 0,1$ мм;

K – коэффициент, учитывающий точность шлифования и износ круга. При чистовом шлифовании $K = 1,5$;

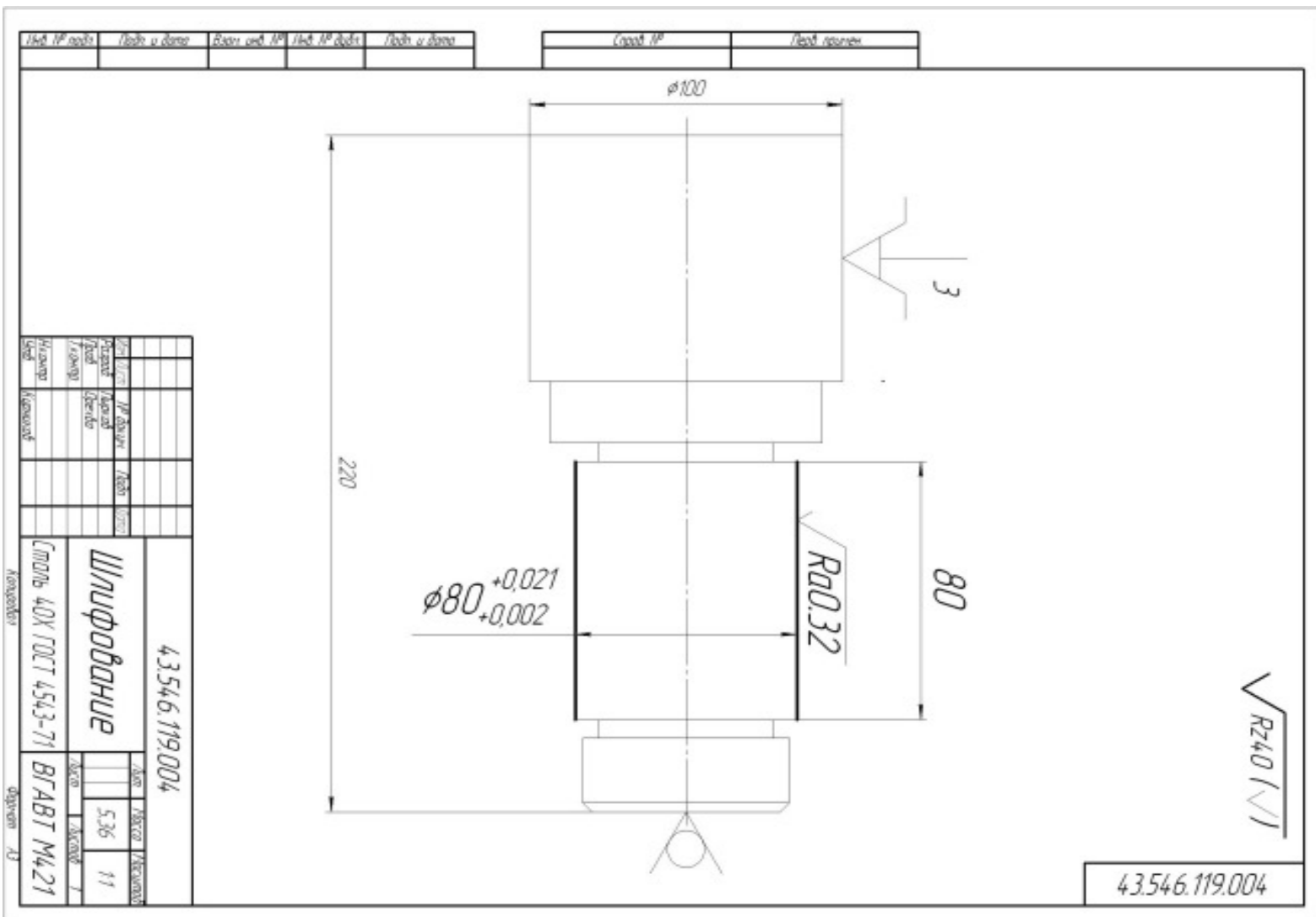
n_d – измененная частота вращения детали, $n_d = 150 \text{ мин}^{-1}$;

$S_{\text{пр}}$ – продольная подача;

t – глубина резания, $t = 0,025$ мм;

тогда основное время обработки будет равно:

$$T_o = \frac{2 \times 150 \times 0,1 \times 1,5}{150 \times 29,4 \times 0,025} = 0,408 \text{ мин.}$$



Технические данные металлорежущих станков

Таблица 11

Фрезерно-центровочный полуавтомат МР-71

| | |
|---|-----------------------------------|
| Диаметр обрабатываемой заготовки, мм | 25–125 |
| Длина обрабатываемой заготовки, мм | 200–500 |
| Диаметр торцевых фрез, мм | 100–160 |
| Диаметр центровочных сверл, мм | 2–6 |
| Частота вращения фрезерных шпинделей, об/мин | 68–780 по ряду А |
| Частота вращения сверлильных шпинделей, об/мин | 250–1600 по ряду В |
| Подача при фрезеровании, мм/мин (бесступенчато) | 20–400 |
| Подача при сверлении, мм/об | 0.037, 0.058, 0.085, 0.125, 0.175 |
| Мощность электродвигателей фрезерных головок, кВт | 7 или 10 |
| Мощность электродвигателей сверлильных головок, кВт | 1.7 или 2.8 |
| Ряд А | 68 100 141 194 283 398 552 780 |
| Ряд В | 250 345 490 750 1050 1600 |

Таблица 12

Токарно-револьверные станки

| | | |
|--|---|--------------|
| | 1А340 | 1356, 110365 |
| Наибольший диаметр прутка, мм | 40 | 80 |
| Наибольший диаметр штучной заготовки, мм | 400 | 500 |
| Частота вращения шпинделя, об/мин | По ряду А | По ряду Б |
| Подача продольная, мм/об | По ряд В | По ряду Д |
| Подача поперечная | 0.5 от значения продольных подач | |
| Мощность электродвигателя, кВт | 5.5 | 14 |
| Ряд А | 45 63 90 125 180 250 355 500 710 1000 1420 2000 | |
| Ряд Б | 34 47 67 95 132 190 265 375 530 750 1060 1500 | |
| Ряд В | 0.05 0.1 0.2 0.4 0.8 1.6 | |
| Ряд Г | 0.095 0.12 0.18 0.25 0.36 0.5 0.7 1 1.4 2 2.7 | |

Токарно-винторезные станки

| | 1А616 | 16Б110 | 16БОП | 1К62 |
|--|---|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм: над станиной | 320 | 250 | 400 | 400 |
| | 180 | 125 | 220 | 220 |
| под суппортом | | | | |
| Расстояние между центрами, мм | 710 | 500 | – | – |
| Частота вращения шпинделя, об/мин | 2–2240 по ряду А | 25–2500 по ряду Б | 16–1600 по ряду В | 12.5–2000 по ряду Г |
| Подача суппорта продольная, об/мин | 0.05–0.091 по ряду А | 0.03–1.7 по ряду Б | 0.05–2.8 по ряду В | 0.07–4.16 по ряду Г |
| Подача суппорта поперечная, об/мин | 0.5 от значений продольных подач | | | |
| Шаг нарезаемых метрических резьб, мм | 0.5–24 | 0.24–56 | 0.5–112 | 1–192 |
| Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт | 4.5 | 2.3/3.9 | 4.1/6 | 10 |
| Ряд А | 11.2 18 28 46 56 71 90 112 140 180 224 280 355 450 560 710 900 1120 1400 1800 2240 | | | |
| Ряд Б | 12.5 16 20 25 31.5 40 50 63 80 100 125 160 200 250 315 400 500 630 800 1000 1250 1600 2000 2500 | | | |
| Ряд В | 0.05 0.07 0.08 0.11 0.13 0.15 0.19 0.22 0.31 0.39 0.45 0.58 0.65 0.78 0.91 | | | |
| Ряд Г | 0.03 0.05 0.07 0.074 0.084 0.097 0.1 0.12 0.13 0.14 0.15 0.17 0.195 0.21 0.23 0.26 0.28 0.3 0.34 0.39 0.43 0.47 0.52 0.61 0.7 0.78 0.87 0.95 1.04 1.14 1.21 1.4 1.56 1.7 1.9 2.08 2.28 2.42 2.8 3.12 3.48 3.3 4.16 | | | |

Таблица 14

Токарные одношпиндельные многорезцовые полуавтоматы

| | 1А720 | 1А730 | 1Н713 |
|---|---|---------------------|----------------------|
| Набольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм: над станиной | 320 | 410 | 400 |
| | 200 | 320 | 250 |
| над суппортом | | | |
| Длина заготовки наибольшая, мм | 320 | 500 | 500 |
| Частоты вращения шпинделя, об/мин | 140-1400 по ряду А | 56-710 по ряду Б | 80-1600 по ряду В |
| Подачи предельные $S_{пр}$, мм/об | 0.12–1.38 по ряду Г (200–800) | | |
| Подачи поперечные $S_{поп}$, мм/об | 16–400 | | |
| Наибольшая длина рабочего хода продольного суппорта, мм | 150 | 250 | 250 |
| Наибольшая длина рабочего хода поперечного суппорта, мм | 90 | 135 | 135 |
| Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт | 7.5 | 13 | 7 22 30 |
| Сечения державок резцов Н×В, мм | 25×16 | 25×20 | 25×25 |
| Ряд А | 140 180 224 280 355 455 560 710 900 1120 1400 | | |
| Ряд Б | 56 71 90 112 140 180 226 280 355 450 560 710 | | |
| Ряд В | 80 100 125 160 200 250 315 400 500 630 800 1000 1250 1600 | | |
| Ряд Г | 0.12 0.17 0.23 0.34 0.49 0.79 0.71 0.97 1.38 | | |

Таблица 15

Сверлильные станки

| | 2Н118 Вертикально-сверлильный | 2М53 Радиально-сверлильный |
|----------------------------------|---|-------------------------------|
| Наибольший диаметр сверления, мм | 18 | 35 |
| Наибольший ход шпинделя, мм | 150 | 300 |
| Частоты вращения, об/мин | 180–800 по ряду А | 45–1000 по ряду А |
| Подача шпинделя, мм/об | 0.1–0.56 | 0.05–2 |
| Конус отверстия шпинделя | Морзе № 2 | Морзе № 4 |
| Мощность электродвигателя, кВт | 1.5 | 3 |
| Ряд А | 45 63 90 125 180 250 360 500 710 1420 2000 2800 | |

Таблица 16

Горизонтально протяжной станок 7Б510

| | |
|--|-------------------|
| Тяговая сила номинальная, Н | 10000 |
| Длина рабочего хода наибольшая, мм | 1250 |
| Рабочая скорость протягивания, м/мин | 1–9 бесступенчато |
| Наибольшая скорость обратного хода протяжки, м/мин | 20 |
| Мощность электродвигателя, кВт | 14 |

Таблица 17

Шлифовальные станки

| | 3Б153У Кругло- шлифовальные | 3451 Шлице- шлифовальные |
|--|-----------------------------------|--------------------------------|
| Наибольшие размеры обрабатываемой заготовки, мм: | | |
| длина | 500 | 500 |
| диаметр | 140 | 125 |
| Наибольшее продольное перемещение стола, мм | 550 | 620 |
| Скорость стола (бесступенчатое регулирование), м/мин | 0.1–5 | 1–15 |
| Частота вращения заготовки (бесступенчатое регулирование), м/мин | 80–600 | 2 |
| Количество шлифуемых шлицов | – | 3–48 |
| Размеры шлифовальных кругов, мм: | | |
| наружный диаметр | 400 | 81–200 |
| высота | 50 | 32 |
| диаметр отверстия | 203 | 32 50 |
| Частота вращения круга, об/мин | 1460 | 2880 4550 6300 |
| Поперечная подача круга, мм/об | 0.002–0.024 | 0.005–0.07 |
| Мощность электродвигателя привода, кВт: | | |
| шлифовального круга | 5.5 | 3 |
| изделия | 0.67 | – |
| гидронасоса | 1.1 | 3 |

Таблица 18

Шлицефрезеральный полуавтомат 5350

| | |
|---|------------------------------------|
| Наибольшие размеры заготовки, мм: | |
| длина | 150 |
| диаметр | 750 |
| Количество фрезеруемых шлицев, | 4–10 |
| Наибольшая длина фрезеруемых шлицев, мм | 675 |
| Наибольший диаметр червячной шлицевой фрезы, мм | 140 |
| Частота вращения фрезерного шпинделя, мм | 80–250 по ряду А |
| Подача за один оборот заготовки, мм/об | 0.63–5 по ряду Б |
| Мощность электродвигателя, кВт | 7 |
| Ряд А | 80 100 125 160 200 250 |
| Ряд Б | 0.63 0.8 1 1.25 1.6 2 2.5 3.15 4 5 |

Таблица 19

Зубофрезерный вертикальный полуавтомат

| | |
|--|------------------------------------|
| Наибольший модуль нарезаемых колес, мм: | |
| стальных | 6 |
| чугунных | 8 |
| Наибольший диаметр нарезаемых колес, мм: | |
| прямозубых цилиндрических и червячных | 800 |
| косозубых цилиндрических | 400 |
| Наибольшая ширина обрабатываемых зубчатых колес, мм: | |
| прямозубых | 275 |
| косозубых | 110 |
| Наибольшие размеры червячной фрезы, мм: | |
| диаметр | 120 |
| длина | 115 |
| Частота вращения фрезерного шпинделя, об/мин | 54–250 по ряду А |
| Подача заготовки за один оборот стола, мм/об: | |
| вертикальная | 0.05–5 по ряду Б |
| радиальная | 0.24–1.25 по ряду В |
| тангенциальная | 0.18–1.15 по ряду Г |
| Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт | 4.5 |
| Ряд А | 54 63 78 102 125 153 202 250 |
| Ряд Б | 0.65 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 |
| Ряд В | 0.24 0.32 0.4 0.5 0.6 0.75 1 1.25 |
| Ряд Г | 0.18 0.37 0.55 0.74 0.92 1 1.3 1.5 |

Резьбофрезерный полуавтомат 5М5Б62

| | |
|--|---|
| Наибольшее расстояние между центрами, мм | 500 |
| Наибольший диаметр фрезеруемой резьбы, мм: наружной | 100 |
| внутренней | 80 |
| Наибольшая длина фрезеруемой резьбы, мм: наружной | 75 |
| внутренней | 50 |
| Диаметр гребенчатых фрез для изготовления резьбы, мм: наружной | 50 63 80 100 |
| внутренней | 10 12 16 20 |
| Наибольший шаг фрезеруемой резьбы, мм: наружной | 6 |
| внутренней | 3 |
| Частоты вращения фрезерного шпинделя, об/мин | 75–375 по ряду А |
| Частоты вращения заготовки (круговая подача), об/мин | 0.15–4.75 по ряду Б |
| Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт | 1.5 |
| Ряд А | 75 95 118 150 190 235 300 375 |
| Ряд Б | 0.15 0.19 0.24 0.3 0.38 0.48 0.6 0.75 0.95 1.18 1.5 1.9 2.25 3 3.75 4.75 |

Фрезерные станки

| | 6Н81 Горизонтально- фрезерный | 692М Шпоночно- фрезерный |
|--|--|--------------------------------|
| Размеры рабочей поверхности стола, мм: | | |
| ширина | 250 | 250 |
| длина | 1000 | 900 |
| Наибольшее перемещение стола, мм: | | |
| продольное | 600 | 440 |
| поперечное | 200 | 180 |
| вертикальное | 350 | 300 |
| Частота вращения шпинделя, об/мин | 65–1300 по ряду А | 375–3750 по ряду А |
| Подачи стола, мм/мин | Ручное перемещение | |
| продольное | 35–900 по ряду Б | 35–900 по ряду Б |
| поперечное | 25–765 по ряду В | 25–765 по ряду В |
| вертикальное | 12–380 по ряду Г | 12–380 по ряду Г |
| Мощность электродвигателя, кВт | 4.5 | 1.7/2.8 |
| Размеры фрезеруемого шпоночно- го паза, мм: | | |
| ширина | 4–24 | – |
| длина | 5–300 | – |
| Продольная подача шпиндельной головки при фрезеровании шпо- ночного паза, мм/мин | 450–1200 бесступенчато | – |
| Вертикальная подача шпинделя за каждый проход (глубина резания), мм/ход | 0.05–0.5 бесступенчато | |
| Ряд А | 65 80 100 140 160 210 255 300 380 490 590 725 945 1225 1500 1800 | |
| Ряд Б | 35 40 50 65 85 105 125 165 205 250 300 350 510 620 755 980 | |
| Ряд В | 25 30 40 50 65 100 130 160 195 235 275 400 485 590 765 | |
| Ряд Г | 12 16 20 25 33 40 50 65 80 100 116 135 200 240 290 380 | |
| Ряд Д | 375 475 600 750 950 1180 1500 1900 2360 3000 3750 | |

Оглавление

| | |
|---|-----------|
| Введение..... | 3 |
| 1. Общие положения..... | 4 |
| 2. Основные показатели надежности деталей машин и судовых механизмов..... | 8 |
| 3. Технологический процесс и его структура..... | 9 |
| 3.1. Характеристики технологических процессов..... | 9 |
| 3.2. Разработка технологических процессов ремонта деталей..... | 11 |
| 4. Исходная информация для разработки технологического процесса ремонта..... | 13 |
| 5. Оформление технологических документов..... | 14 |
| 5.1. Общие требования..... | 14 |
| 5.2. Правила выполнения ремонтных чертежей..... | 15 |
| 5.3. Шероховатость поверхности..... | 21 |
| 5.4. Сварные соединения..... | 31 |
| 5.5. Покрытия и термическая обработка поверхностей..... | 43 |
| 5.6. Обозначение ремонтных чертежей..... | 52 |
| 6. Практические рекомендации по выполнению задания..... | 53 |
| 6.1. Последовательность выполнения задания..... | 53 |
| 6.2. Требования к оформлению разделов проектирования технологических процессов ремонта..... | 53 |
| <i>Библиографический список.....</i> | <i>55</i> |
| Приложения..... | 57 |
| 1. Задание на курсовое проектирование по дисциплине «Технология судоремонта»..... | 57 |
| 2. Варианты заданий на выполнение курсовых работ и проектов..... | 60 |
| 3. Технологический процесс..... | 61 |
| 4. Ремонтный чертеж..... | 77 |
| 5. Чертеж специального приспособления..... | 78 |
| 6. Расчет режимов резания и технологическое нормирование времени... .. | 82 |
| 7. Технические данные металлорежущих станков..... | 109 |

*Орехов Владимир Анатольевич
Ефремов Сергей Юрьевич*

Руководство по разработке технологических процессов судоремонта

Учебно-методическое пособие

Ведущий редактор *Н.С. Алёшина*. Корректор *Д.В. Богданов*.
Компьютерная вёрстка *А.А. Кондратьевой*

Подписано в печать 18.02.14. Формат бумаги 60×84 ¹/₁₆. Гарнитура «Таймс».
Ризография. Усл. печ. л. 6,4. Уч.-изд. л. 7,25. Тираж 310 экз. Заказ 028.

Издательско-полиграфический комплекс ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

603950, Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5а

