

Учебное пособие

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ КУРСОВОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Часть 1

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана

Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ КУРСОВОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

В двух частях

Часть 1

Рекомендовано Научно-методическим советом МГТУ им. Н.Э. Баумана в качестве учебного пособия

Москва
Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана
2010

УДК 744.43(075.8)
ББК 30.11
П64

Рецензенты:
Ю.А. Мишин, Б.Н. Окоемов

Потапцев И.С.

П64 Разработка конструкторской документации при курсовом проектировании : учеб. пособие : в 2 ч. — Ч. 1 / И.С. Потапцев, Н.И. Нарыкова, Е.А. Перминова, А.А. Буцев. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. — 78 с. : ил.

Пособие содержит материалы, необходимые для оформления конструкторской документации на типовые конструкции приборных устройств в объеме задания курсового проекта. В пособии приведена основная информация, необходимая для выполнения рабочих чертежей при курсовом проектировании. Представленные в пособии чертежи достаточно подробно и наглядно иллюстрируют примеры выполнения всех необходимых по заданному объему курсового проекта чертежей и спецификаций. Достоинством пособия является большой объем справочных материалов.

Для студентов 2-го и 3-го курсов приборостроительных специальностей, выполняющих курсовые проекты по дисциплинам «Основы конструирования приборов», «Проектирование оптико-электронных приборов», «Детали машин и приборов», «Детали машин и основы конструирования».

УДК 744.43(075.8)
ББК 30.11

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010

Учебное издание

Потапцев Игорь Степанович
Нарыкова Наталия Ивановна
Перминова Елена Александровна
Буцев Александр Алексеевич

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ КУРСОВОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ
Часть 1

Редактор *С.А. Серебрякова*
Корректор *О.Ю. Соколова*
Компьютерная верстка *С.А. Серебряковой*

Подписано в печать 06.07.2010. Формат 60×84/8.
Усл. печ. л. 9,07. Тираж 1000 экз. Изд. № 80. Заказ 508 .

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.
Типография МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5.

ВВЕДЕНИЕ

Работа над курсовым проектом направлена на развитие у студентов инженерного мышления, исследовательского подхода к решению конструкторских задач, а также навыков проектирования с применением вычислительной техники для расчетов, моделирования и разработки графических документов с использованием систем автоматизированного проектирования AutoCAD, КОМПАС и др. Курсовой проект имеет характер самостоятельной творческой работы.

Тематика курсовых проектов включает разработку электромеханических приводов, преобразователей, датчиков и других устройств. Результатом курсового проекта по указанным дисциплинам является разработка законченного приборного устройства, конструкция которого включает типовые элементы, изучаемые в вышеуказанных курсах.

ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Основные термины и определения в области проектирования устанавливаются в ГОСТ 2.101–68.

Изделием называется любой технический предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Особенностью работы над курсовым проектом является использование терминов, относящихся к этапам выполнения работ по проектированию *изделия как продукта производства.* Приборный привод как изделие состоит из двигателя и механической передачи.

При курсовом проектировании устройств точного приборостроения этапы выполнения работ можно называть *проектированием* или *конструированием приборного устройства*, а термин *изделие* заменить словосочетаниями *приборное устройство* или *разрабатываемая конструкция.*

Разрабатываемая конструкция состоит из частей. *Составной частью конструкции* может быть названа любая деталь или сборочная единица, принадлежащая этой конструкции.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Источниками для разработки *технического задания курсового проекта* по указанным дисциплинам являются аналоги производственно-технической документации новейших разработок ведущих конструкторских бюро, техническая и учебная литература, а также патенты, авторские свидетельства и тематические инновационные разработки научно-исследовательских работ конструкторских бюро факультетов МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Техническое задание на проектирование приборного устройства устанавливается стандартом ГОСТ 15.001–88.

СОДЕРЖАНИЕ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА И ТРЕБОВАНИЯ К НЕЙ

Графическая часть курсового проекта включает:

1) эскизно-компоновочный чертеж общего вида (формат А1);
2) чертеж кинематической схемы (формат А2);
3) габаритно-монтажный чертеж (формат А2);
4) чертеж общего вида технического проекта (формат А1);
5) перечень составных частей конструкции (на листах формата А4).
6) структурную схему сборки (форматы А4, А3).
7) общий сборочный чертеж (форматы А2, А1).
8) спецификацию общего сборочного чертежа (на листах формата А4);
9) чертежи сборочных единиц (формат А2 или А3);
10) спецификации к чертежам сборочных единиц (на листах формата А4);
11) рабочие чертежи деталей (форматы А4 и А3).

Общий объем графической части курсового проекта составляет 5 листов формата А1. Состав чертежей в этом объеме определяется в процессе консультаций, согласования и окончательного утверждения консультантом по курсовому проекту. Таблицы спецификаций к сборочным чертежам и эскизно-компоновочный чертеж помещают в раздел «Приложение» расчетно-пояснительной записки.

ЭСКИЗНО-КОМПОНОВОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ ОБЩЕГО ВИДА ПРИБОРНОГО УСТРОЙСТВА

Эскизно-компоновочный чертеж является черновиком работы студента при проектировании конструкции. Этот чертеж, предна-

значенный для работы студента над различными вариантами всей конструкции и ее отдельных составных частей, выполняют от руки на миллиметровой бумаге формата А1. Взаимное расположение элементов привода в конструкции с учетом конструкторских, технологических и монтажных требований технического задания называют *компоновкой конструкции*. В состав механической части привода могут входить редуктор, мультипликатор, планетарная передача, волновая передача, а также передачи, преобразующие вращательное движение в поступательное («винт – гайка», реечная, кулачковая и др.). При решении задачи компоновки приходится предусматривать пространственное расположение элементов механической части, конструкцию корпуса с соответствующими элементами его монтажа, размещение электродвигателей, датчиков, муфт, микровыключателей, потенциометров, электрических разъемов и других составных частей конструкции.

Поскольку часть размеров привода находят расчетным путем (размеры зубчатых колес, муфт, опор и т. п.), а часть выбирают из аналогичных конструкций, задача общей компоновки является весьма сложной задачей со множеством параметров, и ее решение не может быть однозначным.

Поиск наиболее рационального варианта компоновки начинают с выделения редуктора из всего состава механической передачи привода. Кинематические расчеты редукторов в приводах выполняют по функциональным критериям (минимизация габаритов, погрешности, приведенного момента инерции и др.). Однако при компоновке редуктора приходится корректировать рассчитанные размеры колес и межосевых расстояний для более рационального размещения зубчатых пар в корпусе редуктора.

На рис. 1 в качестве примера представлены часто встречающиеся варианты компоновки редукторов (*а* — лестничная, *б* — двухрядная, *в* — трехрядная). Из приведенного примера видно, что лестничное расположение зубчатых пар при достаточно большом числе ступеней приводит к увеличению размера корпуса и увеличению длины валов. При двухрядной компоновке (см.. рис. 1, *б*) валы более короткие, что позволяет сделать конструкцию более компактной по высоте *H*, уменьшить ее массу, увеличить жесткость валов, но при этом может увеличиваться размер *L*.

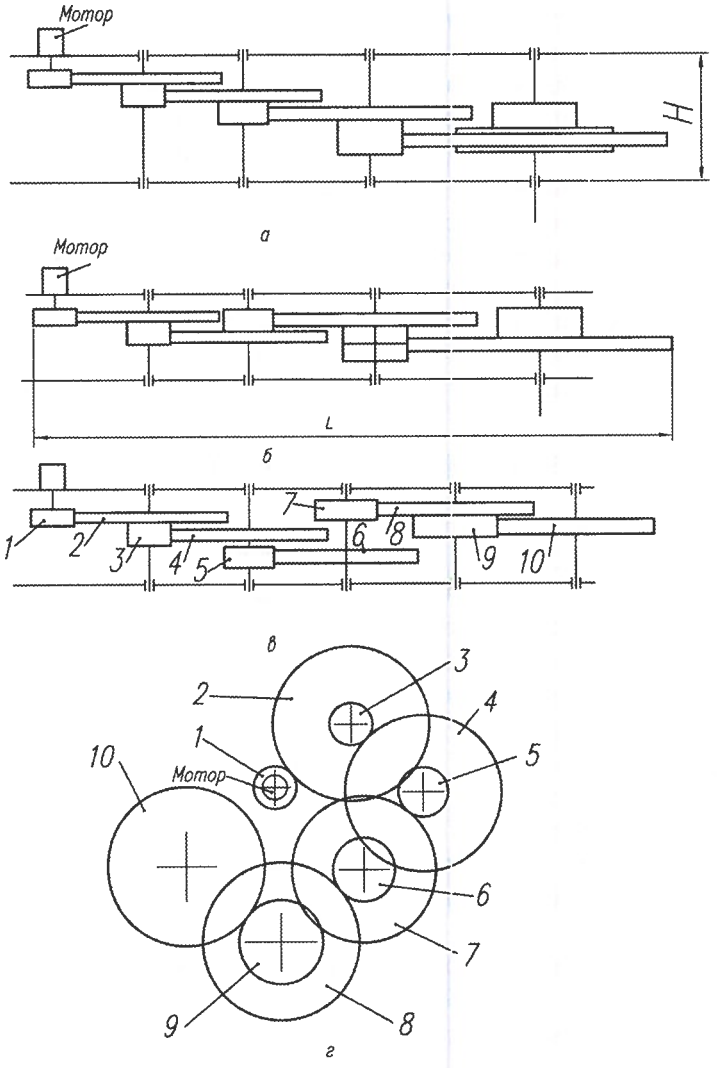


Рис. 1. Компоновка редуктора привода:
а — лестничная; *б* — двухрядная; *в* — трехрядная; *г* — свернутая

Трехрядная компоновка (см. рис. 1, *в*), как видно из сравнения всех трех вариантов, является компромиссным вариантом. На рис. 1, *г* показан вид в плане относительно вала двигателя компоновки редуктора привода, выполненного согласно рис. 1, *в*. Часто предохранительную муфту силового привода совмещают с выходным зубчатым колесом, что также влияет на общую компоновку редуктора.

После выбора окончательного варианта компоновки эскизно-компоновочного чертежа начинают выполняют развертку редуктора.

Разверткой часто называют сложный ломаный разрез (осевое сечение) конструкции в плоскостях, проходящих последовательно через геометрические оси валов и других деталей на плане редуктора приборного устройства.

Эскизно-компоновочный чертеж также должен содержать изображения основных проекций всей конструкции, необходимые виды, разрезы и сечения. Изображения выполняют с максимальными упрощениями, предусмотренными стандартами ЕСКД. Покупные элементы приборного устройства изображают в виде контурных очертаний, если этого достаточно для понимания конструкции всего устройства.

Текстовая часть эскизно-компоновочного чертежа может содержать:

– технические характеристики, необходимые для удобства сопоставления вариантов возможных конструктивных решений;

– размеры и другие надписи, наносимые на изображения по согласованию с преподавателем.

ОФОРМЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ НАДПИСЕЙ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ЕСКД

Формы, размеры, порядок заполнения основных надписей и дополнительных граф к ним в конструкторских документах предусмотрены стандартами ЕСКД. Стандарт определяет содержание, расположение и размеры граф основных надписей для чертежей и схем на первом и последующих листах (приложение 1, рис. П1.1, *а*, *б*).

Основные надписи, дополнительные графы к ним и рамки выполняют сплошными основными и сплошными тонкими линиями по ГОСТ 2.303–68. Основные надписи располагают в правом нижнем углу конструкторского документа (рис. 2, *а–в*).

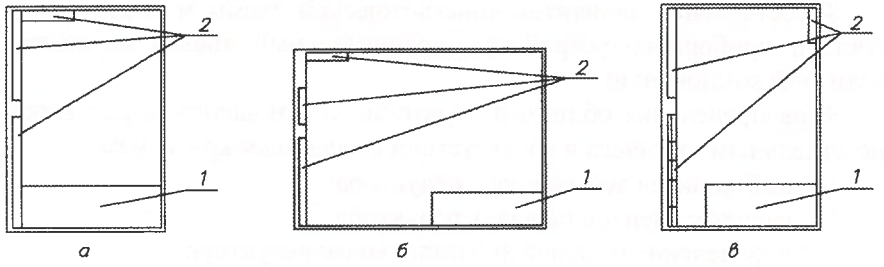


Рис. 2. Расположение основной надписи на чертеже (*1* — основная надпись; *2* — дополнительная графа):

а — для формата А4; *б* — для формата больше А4 при расположении основной надписи вдоль длинной стороны листа; *в* — для формата больше А4 при расположении основной надписи вдоль короткой стороны листа

На листах формата А4 по ГОСТ 2.301–68 основные надписи располагаются вдоль короткой стороны листа графического изображения разрабатываемой конструкции приборного устройства; на листах форматов А3, А2, А1 — как вдоль короткой, так и вдоль длинной стороны листа (см. рис. 2, *а–в*).

ПРИМЕРНЫЙ ПОРЯДОК РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИВОДА

Расчет и проектирование привода целесообразно вести в следующем порядке:

1) анализ исходных данных на проектирование;

2) составление предварительной структурной схемы привода;

3) определение общего передаточного отношения i_0 приборного устройства;

4) выделение редуктора и (или) мультипликатора из общего состава механической передачи привода и определение его передаточного отношения;

5) приведение исходных данных выходного звена привода к выходному валу редуктора (мультипликатора);

6) выбор типоразмера двигателя по мощности;

7) проверка правильности выбора двигателя по табличному значению его пускового момента;

8) составление вариантов кинематической схемы и определение состава приборного устройства; сравнительный анализ вариантов эскизной компоновки;

9) распределение общего передаточного отношения i_0 редуктора по отдельным ступеням в соответствии с заданным критерием;

10) выбор чисел зубьев колес редуктора;

11) расчет моментов на валах редуктора;

12) определение модулей зубчатых колес редуктора;

13) определение геометрических размеров зубчатых колес редуктора;

14) предварительный расчет диаметров валов приборного устройства;

15) предварительный расчет и подбор других элементов приборного устройства (муфт, потенциометров и т. п.);

16) уточняющие расчеты основных характеристик привода и доработка конструкции.

КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ КОНСТРУКЦИИ

Кинематическая схема должна содержать изображение принципиально важных составных частей конструкции с использованием стандартных условных обозначений и связей между ними, дающее полное представление о принципе работы приборного устройства. Кинематическую схему выполняют предпочтительно в аксонометрической проекции (в изометрии) (приложение 1, рис. П1.2, П1.3), реже — в ортогональной системе условных изображений (в плоскости) по ГОСТ 2.770–68 и ГОСТ 2.721–74.

Если в указанных стандартах отсутствует условное изображение какого-либо элемента, то можно ввести самостоятельное условное изображение с соответствующими пояснениями на полках линий-выносок. На поле чертежа кинематической схемы над основной надписью располагают техническую характеристику приборного устройства в виде списка: указывают угловую скорость вращения выходного вала, момент нагрузки выходного вала или линейную скорость движения выходного звена, силу на выходном звене и другие параметры, установленные техническим заданием.

На полках линий-выносок указывают номера валов римскими цифрами (нумерация начинается с вала двигателя), модули, числа зубьев, соответствующие парам зацепления колес, пронумерованных арабскими цифрами. Кроме того, на полках линий-выносок указывают табличные значения основных параметров электродвигателя, потенциометра, момент срабатывания предохранительной муфты, крайние положения выходного звена и другие параметры по ГОСТ 2.721–74.

ГАБАРИТНО-МОНТАЖНЫЙ ЧЕРТЕЖ

Габаритно-монтажный чертеж должен содержать контурное (упрощенное) изображение приборного устройства. Чертеж выполняется на листе формата А2 в двух или трех проекциях. Графическое исполнение чертежа должно соответствовать стандартам ЕСКД, т. е. содержать в одном масштабе проекции и иметь полную информацию о габаритных, установочных и присоединительных размерах.

Надпись на чертеже должна содержать условия транспортировки, хранения и эксплуатационные требования к разрабатываемой конструкции (приложение 1, рис. П1.4).

ЧЕРТЕЖ ОБЩЕГО ВИДА ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

Чертеж общего вида технического проекта выполняют на основании эскизно-компоновочного чертежа общего вида на листе формата А1 по ГОСТ 2.119–73.

Чертеж общего вида технического проекта является головным конструкторским документом. На базе этого чертежа разрабатываются все рабочие конструкторские документы. Чертеж общего вида технического проекта должен содержать изображение конструкции в двух проекциях: вид сверху (обычно со стороны двигателя) и вид снизу (со стороны выходного звена), а также развертку редуктора и другие виды, разрезы, сечения, необходимые для понимания конструкции приборного устройства, взаимодействия ее составных частей. На поле чертежа располагают текстовую часть и надписи. Текстовую часть помещают над основной надписью (приложение 1, рис. П1.5–П1.7).

Надписи на чертеже должны содержать:

– указания о назначенных посадках основных составных частей и деталей (посадки в корпусные детали по посадочным местам двига-

телей, потенциометров, подшипников, а также колес на вал, установочных или центрирующих штифтов и др.) по ГОСТ 2.307–68;

– в отдельных случаях (при проектировании механических передач) указывают межосевые расстояния между валами с предельными отклонениями (по стандартному отклонению J_s);

– обозначения посадок подшипников качения, связанные с расположением и обозначениями полей допусков внутреннего и наружного колец подшипников.

В состав текстовой части чертежа входят:

– технические требования к разрабатываемой конструкции: сведения о применении определенных покрытий, способов пропитки обмоток, методов сварки (эти требования должны учитываться при последующей разработке рабочей документации);

– технические характеристики приборного устройства (угловая скорость вращения выходного вала или линейная скорость движения выходного звена, момент нагрузки выходного вала или сила на выходном звене) и другие параметры, установленные техническим заданием, которые необходимы для последующей разработки рабочих чертежей.

Наименования и номера позиций составных частей разрабатываемой конструкции приборного устройства на чертежах общего вида указывают в таблице, выполненной на отдельных листах формата А4 по ГОСТ 2.301–68 в качестве последующих листов чертежа общего вида. Таблицы перечня составных частей по указанию преподавателя помещают либо на дополнительные листы чертежа общего вида, либо в раздел «Приложение» расчетно-пояснительной записки.

На полках линий-выносок указывают номера позиций составных частей, включенных в таблицу (приложение 1, рис. П1.8, *а*, *б*).

Порядок заполнения таблиц перечня и их объем зависит от степени сложности конструкции.

Элементы чертежа общего вида приборного устройства (номера позиций, текст технических требований, надписи и др.) выполняют по правилам, установленным стандартами ЕСКД для рабочих чертежей конструкторской документации в соответствии с ГОСТ 2.102–68, ГОСТ 2.120–73, ГОСТ 2.119–73. Отдельные изображения составных частей конструкции размещают на одном общем листе с изображениями всего ПУ или на отдельных (последующих) листах чертежа общего вида.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СБОРКИ

Структурную схему сборки проектируемого приборного устройства составляют перед выполнением сборочного чертежа всего устройства и чертежей его сборочных единиц.

В процессе разработки этой схемы:

– определяют последовательность сборочных операций;

– проверяют собираемость изделия и технологичность сборки;

– всю конструкцию разбивают на отдельные сборочные единицы;

– назначают номера условных обозначений каждой детали и каждой сборочной единицы.

Структурная схема сборки представляет собой графическое изображение поэлементного процесса сборки всей конструкции из отдельных составных частей и деталей. Условные изображения деталей и сборочных единиц в виде прямоугольников, соединенных между собой линиями, соответствуют последовательности процесса сборки (приложение 1, рис. П1.9). При составлении этой схемы используют эскизно-компоновочный чертеж, чертеж общего вида и прилагаемую к нему таблицу перечня составных частей.

Процесс разработки структурной схемы курсового проекта начинается в порядке, обратном реальному процессу сборки на производстве. Всю конструкцию разбивают на сборочные единицы и отдельные детали. Некоторые детали (например, крепежные) могут быть установлены в изделие только поэлементно.

Прослеживая процесс сборки изделия, можно заметить, что сложные сборочные единицы (например, редуктор) можно разделить на простые сборочные единицы, такие как валы в сборе с люфтовыбирающим устройством колес или валы с колесами и предохранительной муфтой. Простые сборочные единицы (например, валы в сборе с зубчатыми колесами) собирают только из отдельных деталей.

Таким образом, структурная схема сборки отражает порядок сборки всей конструкции. Объем и содержание остальной графической части определяются по указанию преподавателя.

ОБЩИЙ СБОРОЧНЫЙ ЧЕРТЕЖ

Общий сборочный чертеж отражает последний этап сборки в соответствии с разработанной по заданной теме структурной схемой сборки. Этот чертеж должен содержать:

– изображение разрабатываемой конструкции, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу и обеспечивающих возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы;

– габаритные размеры ПУ;

– указания о назначенных посадках основных составных частей и деталей (посадки в корпусные детали по посадочным местам двигателей, потенциометров, подшипников, а также колес на вал, установочных или центрирующих штифтов и др.), соответствующие последнему этапу сборки по ГОСТ 2.307–68;

– установочные и присоединительные размеры;

– указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается не только заданными предельными отклонениями размеров, а подбором, пригонкой и т. п., а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и др.);

– справочные размеры и другие параметры (для зубчатых колес, служащих элементами внешней связи, — модуль, число и направление зубьев), а также другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному чертежу;

– номера позиций составных частей разрабатываемого ПУ; при этом позиции общего сборочного чертежа не связаны с номерами позиций в таблице перечня составных частей ПУ.

Перемещающиеся части конструкции изображаются в одном из крайних положений, второе крайнее положение показывают изображением подвижного элемента тонкими пунктирными линиями с указанием перемещений.

Проставлять номера позиций на полках линий-выносок при оформлении чертежа рекомендуется после составления спецификации на чертеж, так как порядок занесения элементов в ее графы определяет стандарт (приложение 1, рис. П1.10, П1.11).

СПЕЦИФИКАЦИЯ

Спецификацию составляют на отдельных листах для каждого сборочного чертежа, начиная с общего сборочного чертежа (приложение 1, рис. П1.12, *а, б*). Номера позиций элементов сборочной единицы определяются последовательностью заполнения спецификации и не связаны с нумерацией деталей в таблице перечня, прилагаемой к чертежу общего вида.

Спецификация состоит из разделов, которые располагают в следующем порядке:

– документация;

– сборочные единицы;

– детали;

– стандартные изделия;

– покупные или заимствованные изделия.

Таблицы спецификаций помещают в раздел «Приложение» расчетно-пояснительной записки.

ПРОСТАНОВКА НОМЕРОВ ПОЗИЦИЙ НА СБОРОЧНОМ ЧЕРТЕЖЕ

На сборочном чертеже все составные части сборочной единицы нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации этой сборочной единицы:

– номера позиций проставляют на полках линий-выносок, проводимых от изображений составных частей;

– номера позиций указывают только на видимых изображениях (как правило, на основных видах или заменяющих их местных разрезах);

– номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в столбец или строчку по возможности на одной линии;

– номера позиций обычно наносят один раз; в то же время допускается повторно указывать номер позиции одинаковых составных частей.

В соответствии с ГОСТ 2.109–68 размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

ЧЕРТЕЖИ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

К чертежам сборочных единиц предъявляют те же требования, что и к общему сборочному чертежу. В соответствии со схемой сборки консультант назначает содержание остальных чертежей. Это могут быть либо сложные сборочные единицы (например, редуктор),

либо простые сборочные единицы (валы в сборе с колесами и предохранительной муфтой или с люфтовыбирающим устройством колес), либо сборочные единицы, собираемые только из отдельных деталей (например, валы в сборе с зубчатыми колесами). Общий объем чертежей сборочных единиц составляет три чертежа формата А3 (приложение 1, рис. П1.13–П1.20).

ЧЕРТЕЖИ ДЕТАЛЕЙ

Чертеж детали должен содержать изображение детали, а также виды, разрезы, сечения и выносные элементы, полностью определяющие форму детали. Изображение детали вращения на чертеже должно быть ориентировано вдоль основной надписи в положении, в котором деталь располагается при обработке на станке.

На рабочем чертеже детали указывают все необходимые для ее изготовления размеры с числовыми значениями их предельных отклонений в миллиметрах (например, $\varnothing 10_{-0,015}$) или с буквенным обозначением поля допуска и квалитета (например, $\varnothing 10h7$).

Номинальные размеры деталей и их предельные отклонения должны полностью соответствовать посадкам, указанным при сопряжении этих деталей с другими на чертеже общего вида и на сборочных чертежах.

Также на чертеже указывают допуски на отклонения формы (прямолинейность, цилиндричность, плоскостность и т. п.) и расположения поверхностей (соосность, перпендикулярность, параллельность, радиальные и осевые биения), шероховатость поверхностей и другие данные в соответствии с ГОСТ 24642–81, ГОСТ 2.308–79. Для деталей, на которые предусматривается наносить покрытия, указывают размеры и шероховатость до нанесения покрытия. Над основной надписью помещают текстовую часть с указанием требований к твердости поверхностей и покрытиям, а также не указанные на чертеже предельные отклонения на несопрягаемые размеры в соответствии с требованиями ГОСТ 2.104–68 (приложение 1, рис. П1.21–П1.34).

На предприятиях точного приборостроения неуказанные предельные отклонения несопрягаемых размеров, за исключением радиусов скруглений и фасок, назначают по квалитетам 11 и 12.

Для деталей с элементами зубчатого зацепления в правом верхнем углу поля чертежа размещается стандартная таблица с параметрами зацепления (приложение 1, см. рис. П1.22, П1.23). В случае, когда деталь представляет собой блок колес, таблица дополняется одним или двумя столбцами. В основной надписи чертежа детали указывают наименование в именительном падеже единственного числа. В наименовании, состоящем из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное (например, «Колесо зубчатое»). В основной надписи указывают условное стандартное обозначение материала, его наименование, марку и номер стандарта (например, «Сталь 45 ГОСТ 1050–74»).

В обязательном порядке выполняют чертежи следующих деталей: корпусная деталь (формат А3); колесо (формат А4, А3); вал (формат А3); пружина (формат А4).

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Расчетно-пояснительную записку курсового проекта, содержание которой сопровождают необходимые схемы, таблицы и чертежи, выполняют на листах формата А4, установленных ГОСТ 2.301–68. Общий объем расчетно-пояснительной записки курсового проекта составляет 35 листов.

Надпись и дополнительные графы к ней выполняют в соответствии с требованиями к пояснительной записке конструкторской документации изделия по ГОСТ 2.104–68.

Расчетно-пояснительная записка курсового проекта должна начинаться с титульного листа, выполненного по форме, утвержденной учебно-методическим управлением МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Вторым листом *обязательно* является заполненный студентом оригинал бланка задания по теме курсового проекта, подписанный консультантом (руководителем) с обозначением даты выдачи.

Расчетно-пояснительная записка должна состоять из следующих разделов:

– оглавление;

– введение (с указанием, на основании каких документов разработан проект);

– наименование и область применения проектируемого изделия;

– техническая характеристика;

– описание и обоснование выбранной конструкции;

– расчеты на прочность и жесткость элементов разрабатываемой конструкции, а также расчеты муфт, потенциометров, опор, расчеты погрешностей, подтверждающие работоспособность и надежность приборного устройства;

– список использованной литературы;

– приложение в составе таблиц перечня составных частей и таблиц спецификаций;

– чертеж эскизно-компоновочного проекта на миллиметровой бумаге формата А1 с изображением различных вариантов всей конструкции и ее отдельных составных частей.

Основные комментарии, справочные и табличные данные, полезные для выполнения курсового проекта, приведены в приложениях 2–7.

ЛИТЕРАТУРА

Основы конструирования приборов: Метод. указания и технические задания по курсовому проектированию / В.Н. Баранов, А.А. Буцев, А.И. Еремеев и др; Под ред. В.Н. Баранова. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998. 80 с.

Конструирование приборов: В 2 кн. Кн. 2 / Под ред. В. Краузе; Пер. с нем. В.Н. Пальянова под ред. О.Ф. Тищенко. М.: Машиностроение, 1987. 376 с.

Плотников В.С., Варфоломеев Д.И., Пустовалов В.Е. Расчет и конструирование оптико-механических приборов. М.: Машиностроение, 1980. 256 с.

Справочник конструктора оптико-механических приборов / Под ред. В.А. Панова. М.: Машиностроение, 1980. 742 с.

Атлас конструкций элементов приборных устройств / Под ред. О.Ф. Тищенко. М.: Машиностроение, 1982. 166 с.

Справочник конструкций точного приборостроения / Под ред. К.Н. Явленского, Б.П. Тимофеева, Е.Е. Чаадаевой. Л.: Машиностроение, 1989. 792 с.

Элементы приборных устройств. Курсовое проектирование / Под ред. О.Ф. Тищенко. М.: Высш. шк., 1978. Ч. 1. 304 с.; Ч. 2. 263 с.

Ковалев Н.А. Прикладная механика. М.: Высш. шк., 1982. 400 с.

Дунин-Барковский И.В. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. М.: Машиностроение, 1975. 352 с.

Материалы в приборостроении и автоматике: Справ. / Под ред. Ю.М. Пятина. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1982. 528 с.

Строганов Г.Б. Высокопрочные литейные алюминиевые сплавы. М.: Металлургия, 1985. 216 с.

Упругие элементы малых сечений для приборов / Т.Г. Петрова, Л.Б. Жермунская, В.Ф. Семека и др. Л.: Машиностроение, 1985. 128 с.

Андреева Л.Е. Упругие элементы приборов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1981. 392 с.

Журавлев В.Н., Николаева О.И. Машиностроительные стали: Справ. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1981. 391 с.

Справочник конструктора-приборостроителя. Проектирование. Основные нормы / В.Л. Соломахо, Р.И. Томилин, Б.В. Цитович, Л.Г. Юдовин. Минск: Вышейш. шк., 1988. 272 с.

Перель Л.Я., Филатов А.А. Подшипники качения: Расчет, проектирование и обслуживание опор: Справ. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1992. 608 с.

Болтон У. Конструкционные материалы: металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты. Карманный справочник. 2-е изд., стер.: Пер с англ. М.: ИД «Додэка-XX1», 2007. 120 с.

Гелин Ф.Д., Чаус А.С. Металлические материалы. Минск: Вышейш. шк., 2007. 396 с.

Пластмассовые зубчатые колеса в передачах точного приборостроения / В.Е. Старжинский, В. Краузе, О.В. Гаврилова и др. Минск.: Наука и техника, 1993. 359 с.

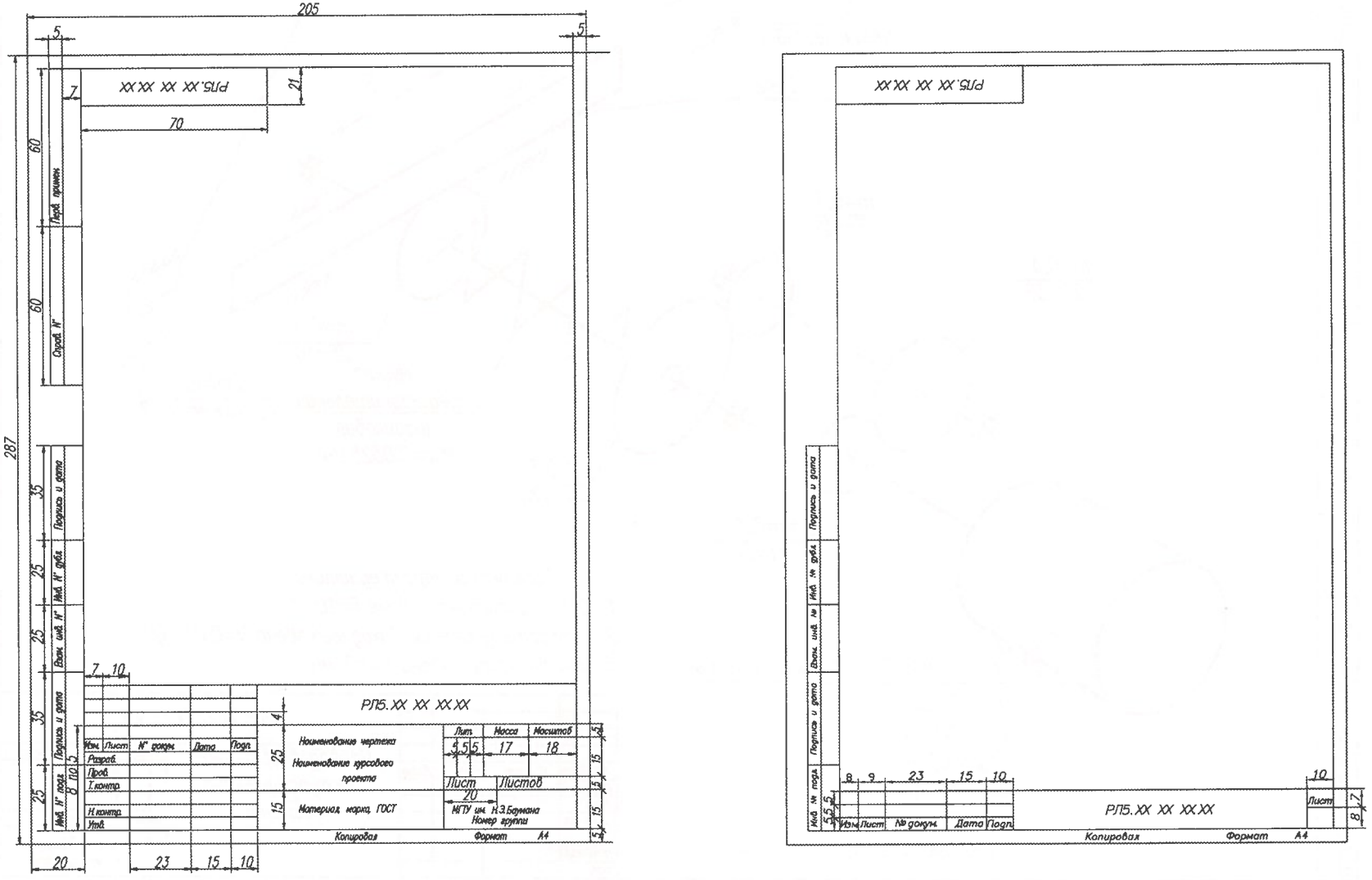
Допуски и посадки: Справ.: В 2 ч. / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. 8-е изд., перераб. и доп. СПб.: Политехника , 2003. Ч. 1. 576 с.; Ч. 2. 608 с.

Персов Б.З. Расчет и проектирование экспериментальных установок. М.: Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика»; Ин-т компьютерных исследований, 2006. 348 с.

Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: М.: Высш. шк., 2001. 429 с.

Хрящев В.Г., Серегин В.И., Гусев В.И. Геометрические построения с использованием системы AutoCAD 2002. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 94 с.

ПРИМЕРЫ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ КУРСОВОГО ПРОЕКТА



а *б*

Рис. П1.1

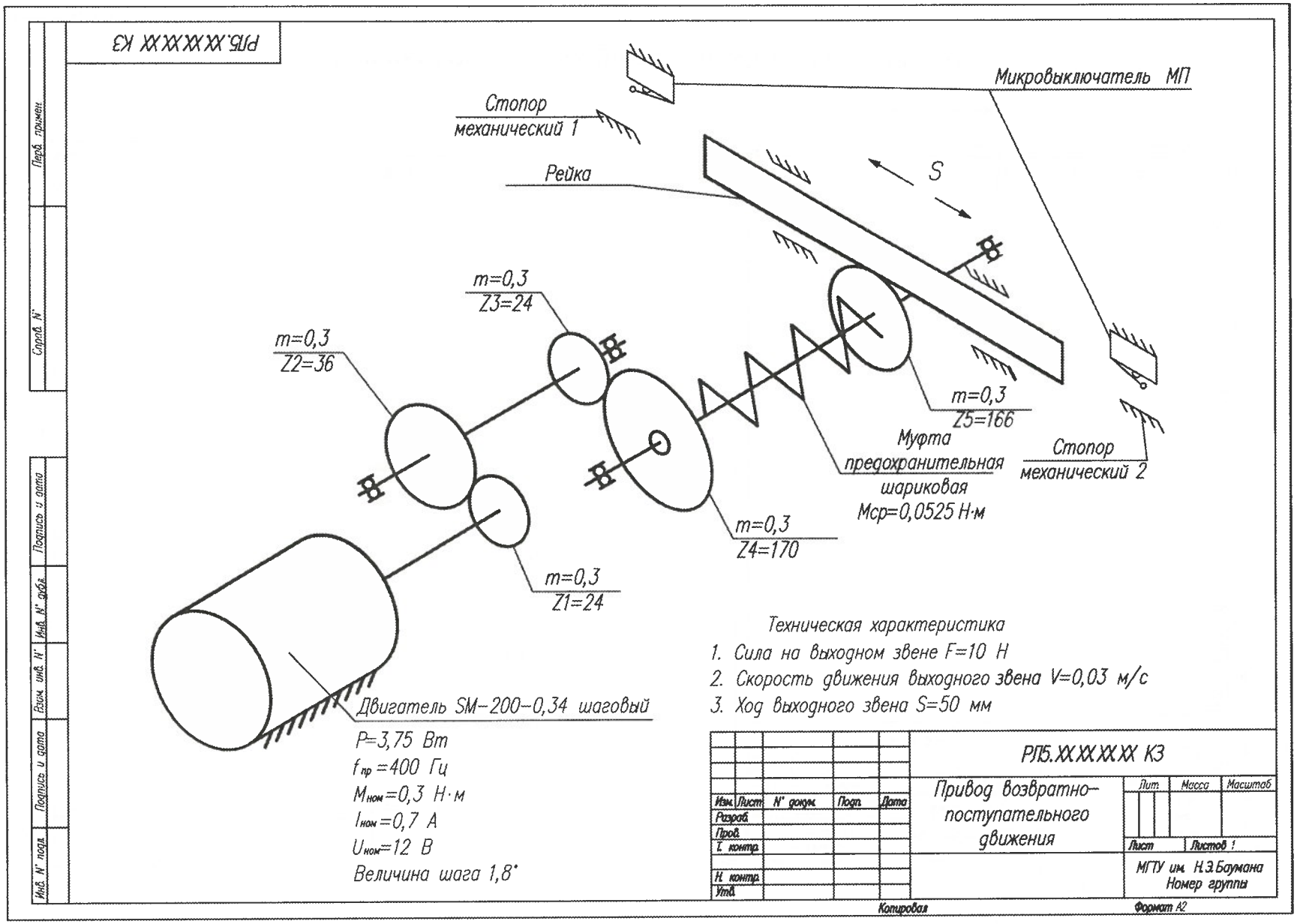

РПБ.ХХХХХХ К3
Микровыключатель МП
Стопор механический 1
Рейка
S
m=0,3 Z3=24
m=0,3 Z2=36
m=0,3 Z5=166
Муфта предохранительная шариковая Мср=0,0525 Н·м
Стопор механический 2
m=0,3 Z4=170
m=0,3 Z1=24
Двигатель SM-200-0,34 шаговый
P=3,75 Вт
fпр=400 Гц
Mном=0,3 Н·м
Iном=0,7 А
Uном=12 В
Величина шага 1,8°
Техническая характеристика
1. Сила на выходном звене F=10 Н
2. Скорость движения выходного звена V=0,03 м/с
3. Ход выходного звена S=50 мм
РПБ.ХХХХХХ К3
Привод возвратно-поступательного движения
Лит.
Масса
Масштаб
Лист
Листов 1
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Изм. Лист N докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Перв. примен.
Справ. N
Подпись и дата
Инв. N дубл.
Взам. инв. N
Подпись и дата
Инв. N подл.
Копировал
Формат А2

Рис. П1.2

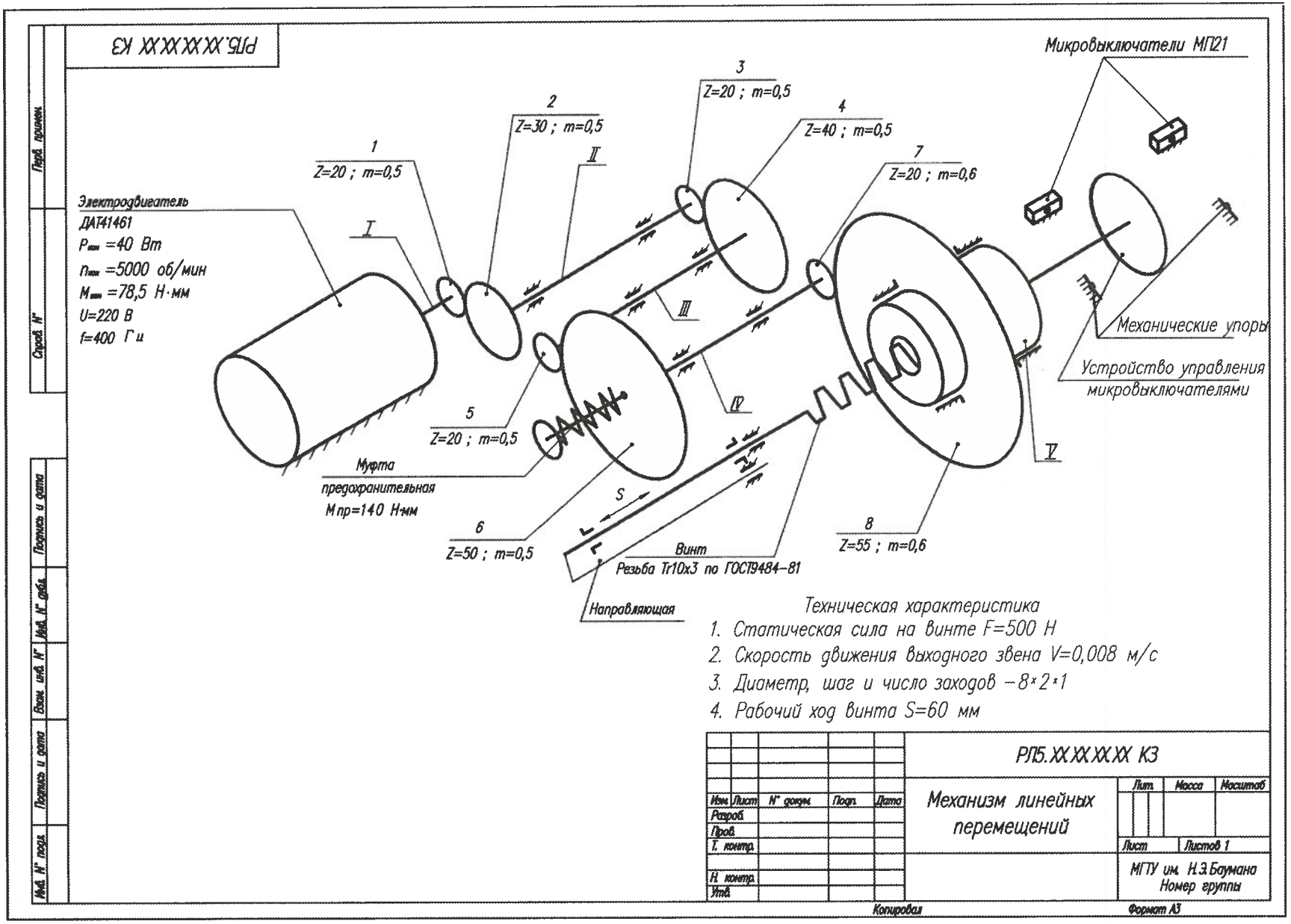

РП5.ХХ.ХХ.ХХ.ХХ К3
Микровыключатели МП21
3
Z=20 ; m=0,5
2
Z=30 ; m=0,5
4
Z=40 ; m=0,5
1
Z=20 ; m=0,5
7
Z=20 ; m=0,6
II
I
III
IV
V
Электродвигатель
ДАТ41461
Pmax =40 Вт
nmax =5000 об/мин
Mmax =78,5 Н·мм
U=220 В
f=400 Гц
Механические упоры
Устройство управления микровыключателями
5
Z=20 ; m=0,5
Муфта
предохранительная
Mпр=140 Н·мм
S
6
Z=50 ; m=0,5
8
Z=55 ; m=0,6
Винт
Резьба Tr10x3 по ГОСТ9484-81
Направляющая
Техническая характеристика
1. Статическая сила на винте F=500 Н
2. Скорость движения выходного звена V=0,008 м/с
3. Диаметр, шаг и число заходов – 8×2×1
4. Рабочий ход винта S=60 мм
РП5.ХХ.ХХ.ХХ.ХХ К3
Механизм линейных перемещений
Лит.
Масса
Масштаб
Лист
Листов 1
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Изм. Лист N докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Перв. примен.
Справ. N
Подпись и дата
Инв. N дубл.
Взам. инв. N
Подпись и дата
Инв. N подл.
Копировал
Формат А3

Рис. П1.3

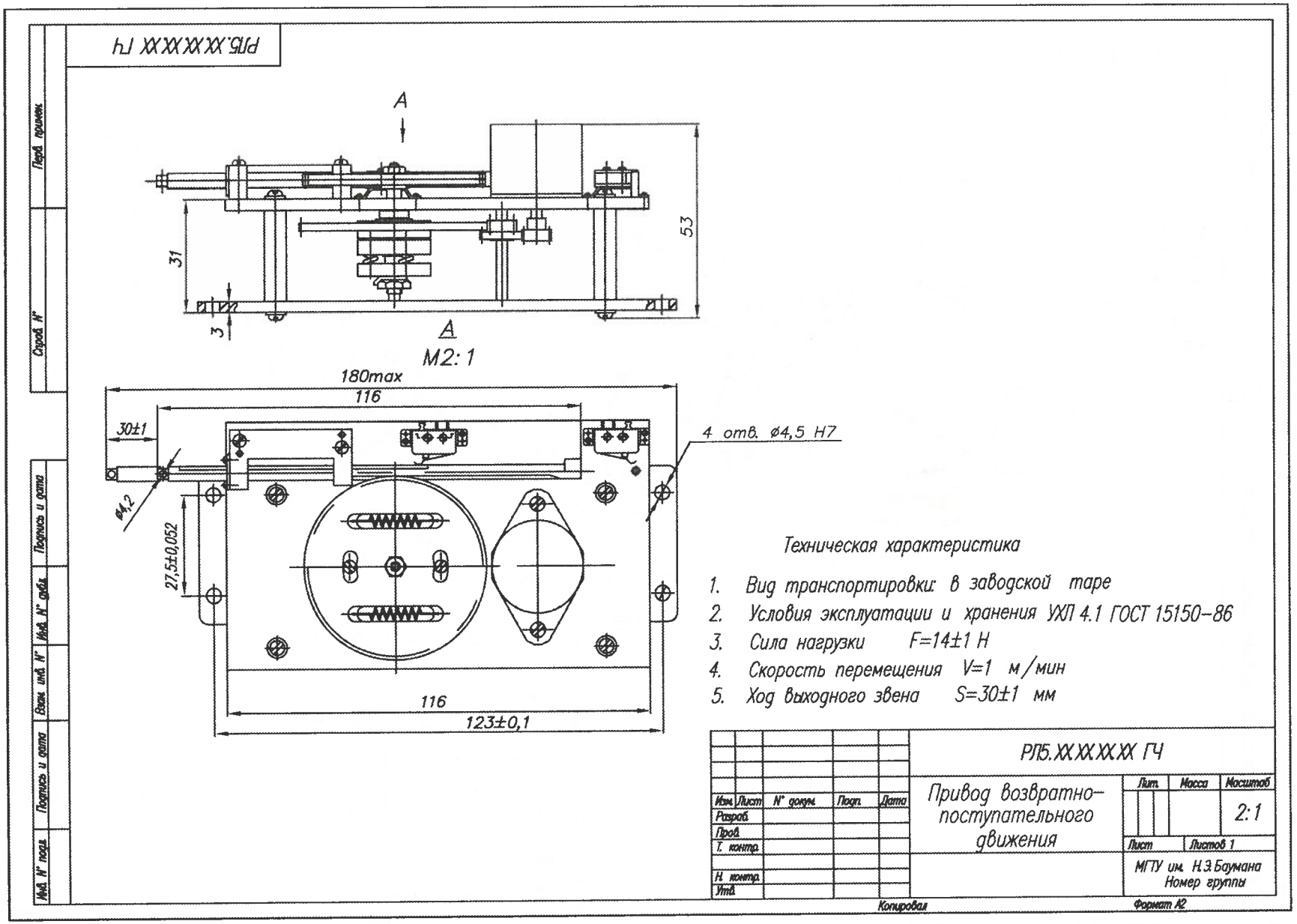

РПБ.ХХ.ХХ.ХХ ГЧ
A
53
31
3
A
M2:1
180max
116
30±1
ø4,2
27,5±0,052
4 отв. ø4,5 H7
116
123±0,1
Техническая характеристика
1. Вид транспортировки: в заводской таре
2. Условия эксплуатации и хранения УХЛ 4.1 ГОСТ 15150–86
3. Сила нагрузки F=14±1 Н
4. Скорость перемещения V=1 м/мин
5. Ход выходного звена S=30±1 мм
РПБ.ХХ.ХХ.ХХ ГЧ
Привод возвратно-поступательного движения
Лит.
Масса
Масштаб
2:1
Лист
Листов 1
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Изм. Лист N докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Перв. примен.
Справ. N
Подпись и дата
Инв. N дубл.
Взам. инв. N
Подпись и дата
Инв. N подл.
Копировал
Формат А2

Рис. П1.4

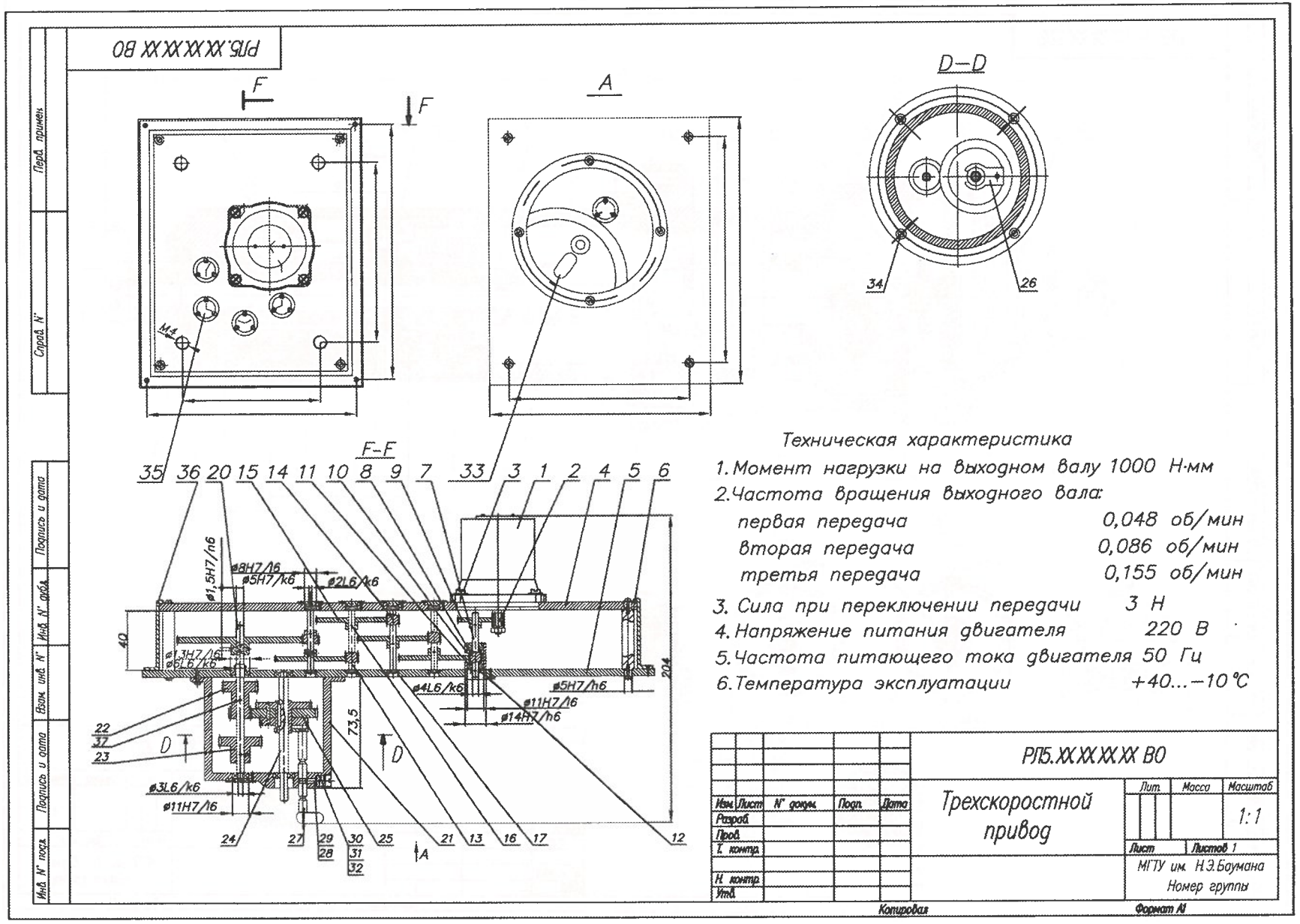

РПБ.ХХХХХХ ВО
F
F
A
D–D
M4
34
26
F–F
35 36 20 15 14 11 10 8 9 7 33 3 1 2 4 5 6
ø1,5H7/n6
ø8H7/Л6
ø5H7/k6
ø2L6/k6
ø3H7/Л6
ø6L6/k6
ø4L6/k6
ø5H7/h6
ø11H7/Л6
ø14H7/h6
40
204
73,5
D
D
22
37
23
ø3L6/k6
ø11H7/Л6
24
27
29
28
30
31
32
25
A
21
13
16
17
12
Техническая характеристика
1. Момент нагрузки на выходном валу 1000 Н·мм
2. Частота вращения выходного вала:
первая передача 0,048 об/мин
вторая передача 0,086 об/мин
третья передача 0,155 об/мин
3. Сила при переключении передачи 3 Н
4. Напряжение питания двигателя 220 В
5. Частота питающего тока двигателя 50 Гц
6. Температура эксплуатации +40...–10 °С
РПБ.ХХХХХХ ВО
Трехскоростной привод
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов 1
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Изм. Лист N докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Копировал
Формат А1
Перв. примен.
Справ. N
Подпись и дата
Инв. N дубл.
Взам. инв. N
Подпись и дата
Инв. N подл.

Рис. П1.5

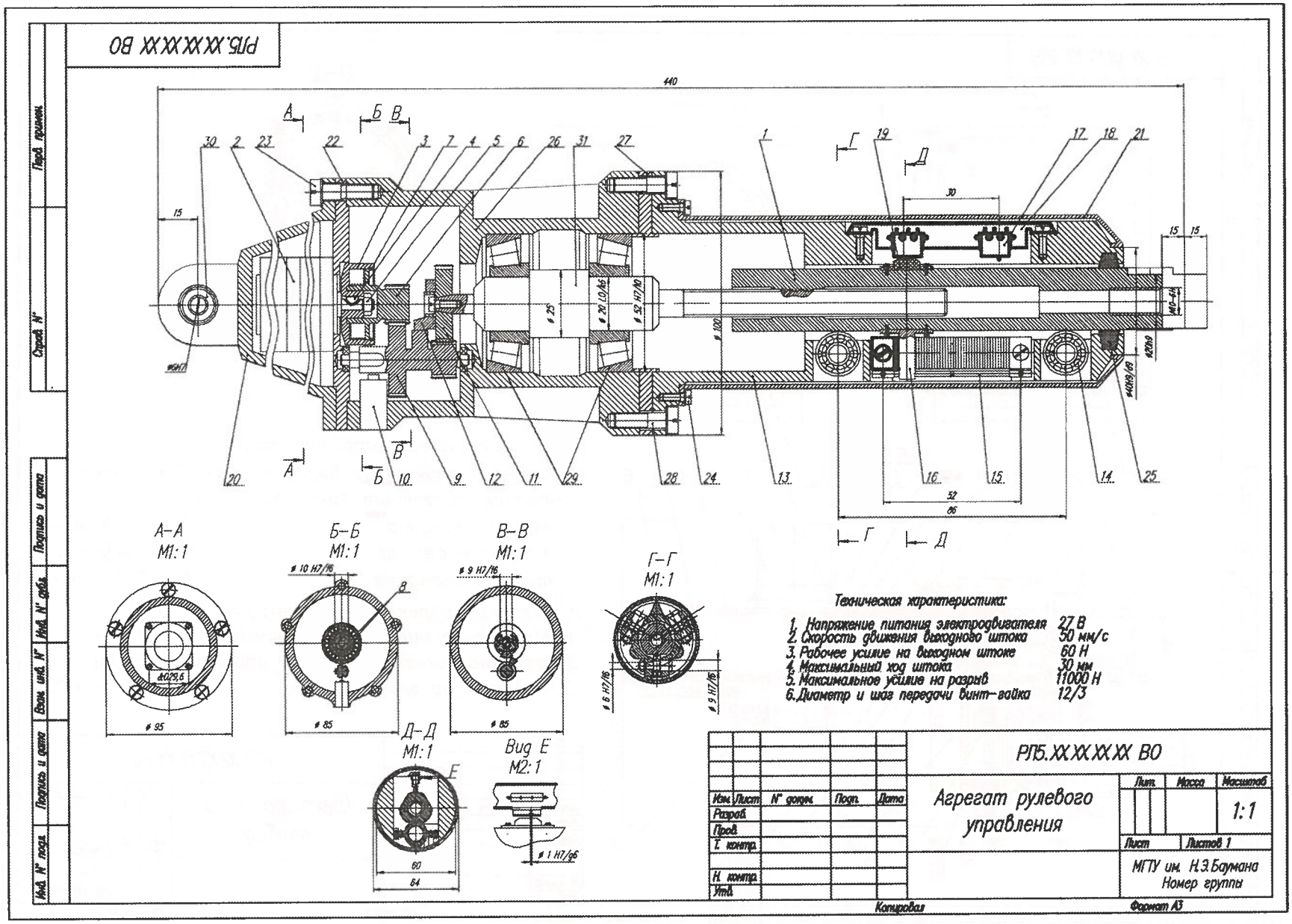

РПБ.ХХХХХХ ВО
440
А
Б В
Г
Д
30
15
15 15
20
10
9
12
11
29
28
24
13
16
15
14
25
52
86
А–А
М1:1
Б–Б
М1:1
В–В
М1:1
Г–Г
М1:1
Д–Д
М1:1
Вид Е
М2:1
Ø 95
Ø 85
Ø 85
Ø 1 H7/g6
Техническая характеристика:
1. Напряжение питания электродвигателя 27 В
2. Скорость движения выходного штока 50 мм/с
3. Рабочее усилие на выходном штоке 60 Н
4. Максимальный ход штока 30 мм
5. Максимальное усилие на разрыв 11000 Н
6. Диаметр и шаг передачи винт–гайка 12/3
РПБ.ХХХХХХ ВО
Агрегат рулевого управления
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов 1
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Копировал
Формат А3

Рис. П1.6

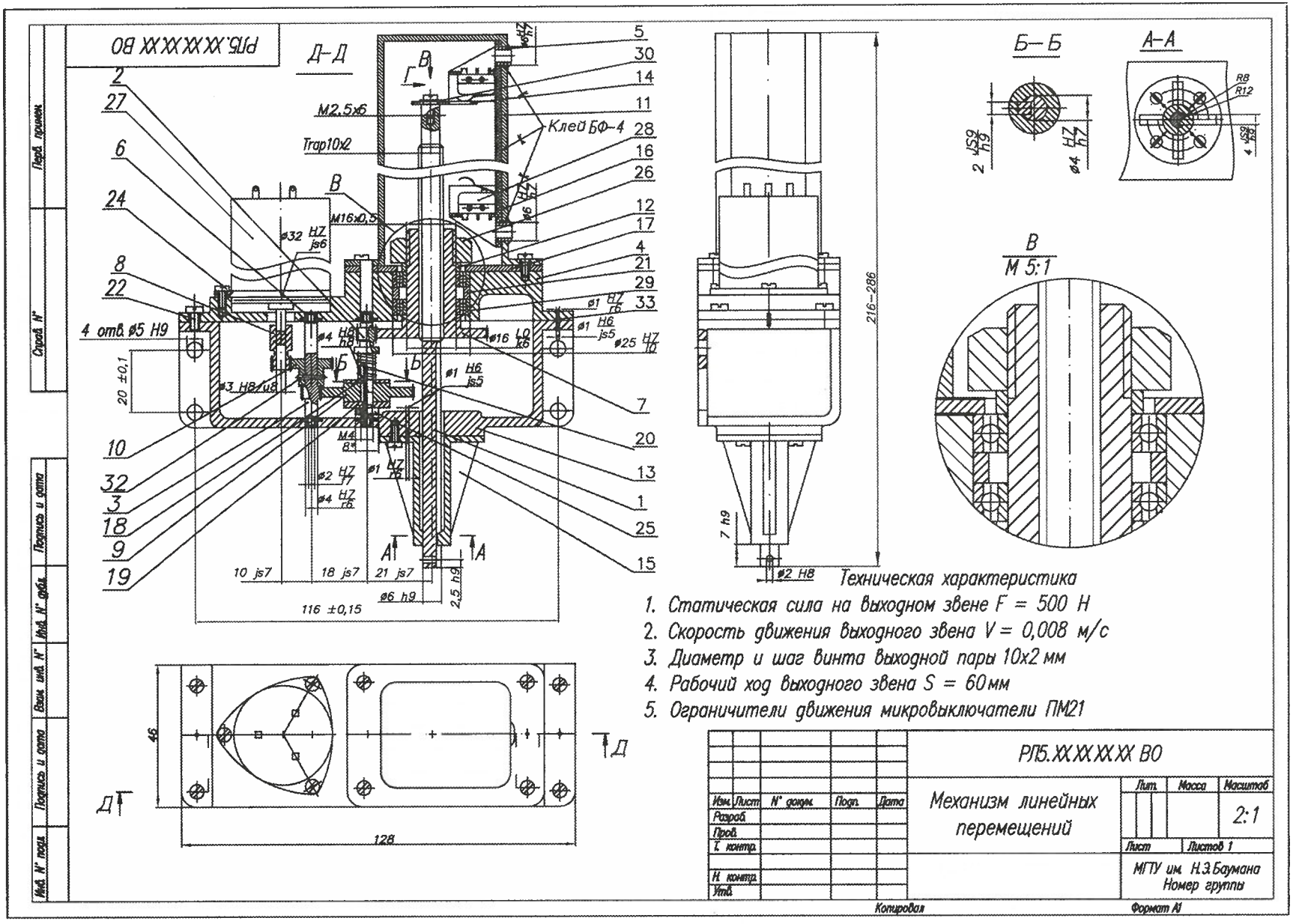
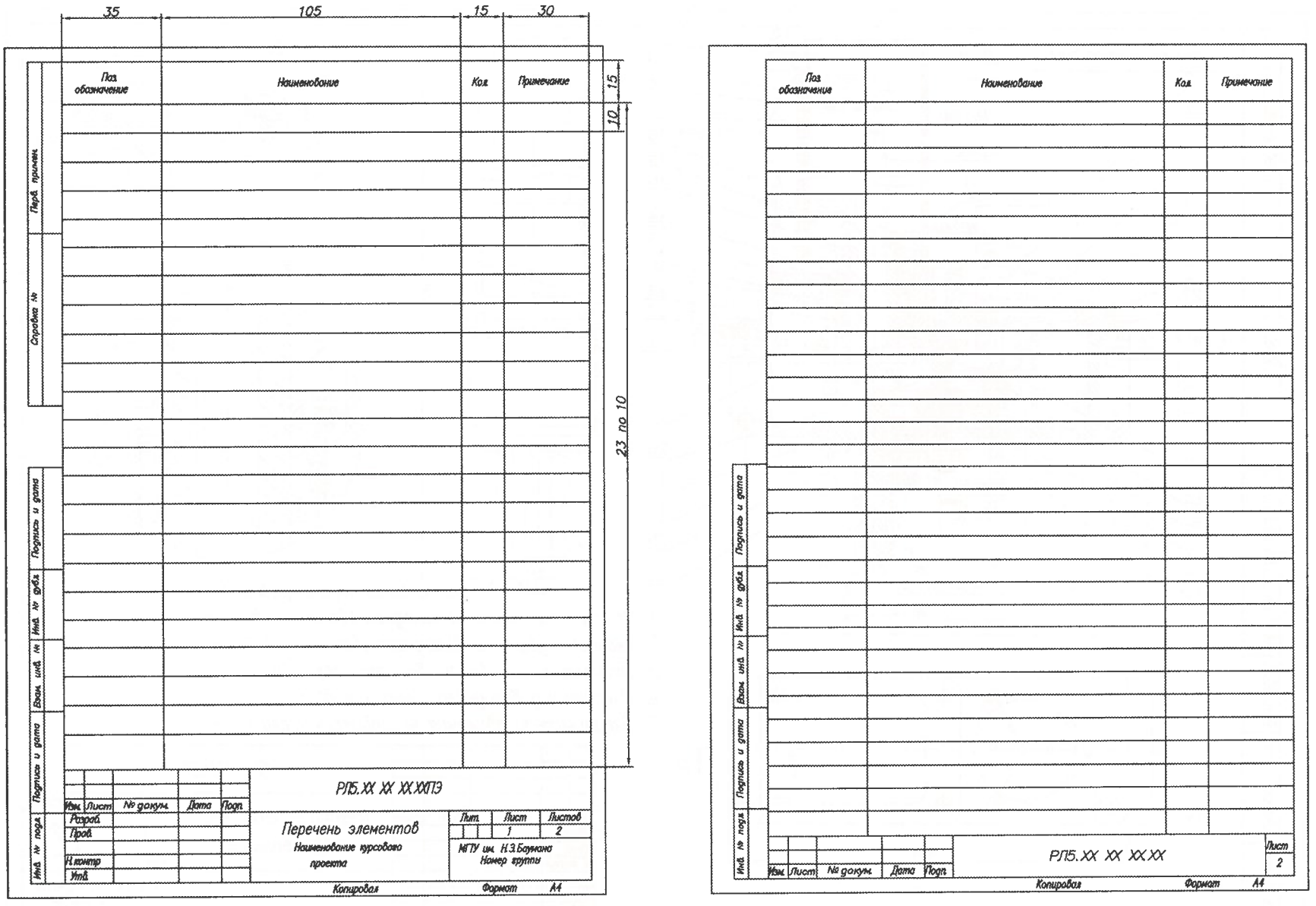

РЛ5.ХХ.ХХ.ХХ ВО
Д–Д
Б–Б
А–А
В
М 5:1
Клей БФ-4
Tr ap10x2
М2,5х6
4 отв. ø5 Н9
20 ±0,1
10 js7
18 js7
21 js7
116 ±0,15
ø6 h9
2,5 h9
216–286
7 h9
ø2 H8
46
128
Техническая характеристика
1. Статическая сила на выходном звене F = 500 Н
2. Скорость движения выходного звена V = 0,008 м/с
3. Диаметр и шаг винта выходной пары 10х2 мм
4. Рабочий ход выходного звена S = 60 мм
5. Ограничители движения микровыключатели ПМ21
РЛ5.ХХ.ХХ.ХХ ВО
Механизм линейных перемещений
Лит.
Масса
Масштаб
2:1
Лист
Листов 1
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Копировал
Формат А1

Рис. П1.7


35
105
15
30
Поз. обозначение
Наименование
Кол.
Примечание
15
10
23 по 10
Перв. примен.
Справочн. №
Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.
РПЗ.ХХ ХХ ХХ.ХХПЭ
Изм. Лист № докум. Дата Подп.
Разраб.
Пров.
Н.контр.
Утв.
Перечень элементов
Наименование курсового проекта
Лит. Лист Листов
1 1 2
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Копировал
Формат А4
Поз. обозначение
Наименование
Кол.
Примечание
Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.
РПЗ.ХХ ХХ ХХ.ХХ
Изм. Лист № докум. Дата Подп.
Лист 2
Копировал
Формат А4

а *б*

Рис. П1.8

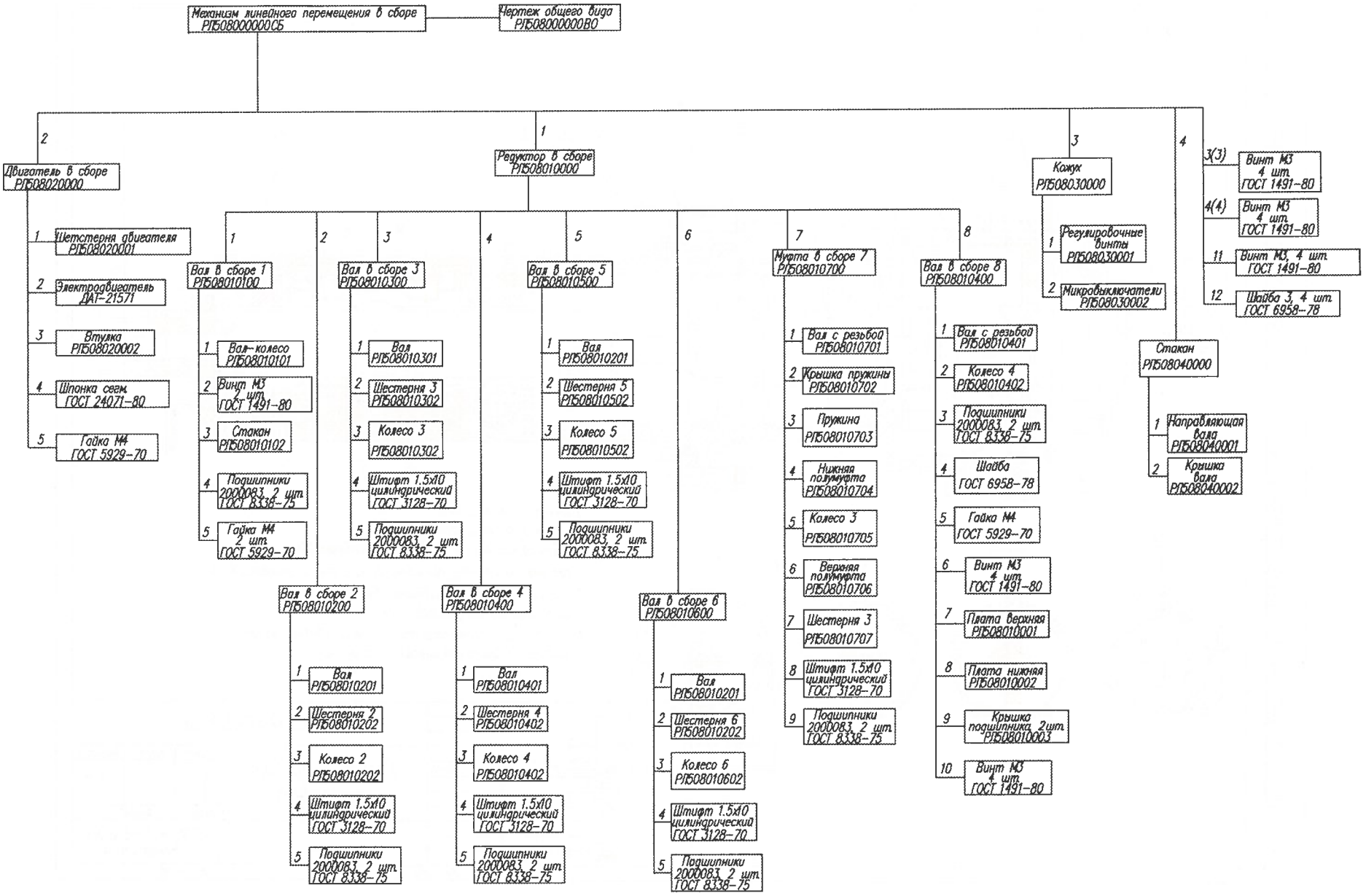

Механизм линейного перемещения в сборе РГБ08000000СБ
Чертеж общего вида РГБ08000000ВО
2 Двигатель в сборе РГБ08020000
1 Шестерня двигателя РГБ08020001
2 Электродвигатель ДАГ-21571
3 Втулка РГБ08020002
4 Шпонка сегм. ГОСТ 24071-80
5 Гайка М4 ГОСТ 5929-70
1 Редуктор в сборе РГБ08010000
1 Вал в сборе 1 РГБ08010100
1 Вал-колесо РГБ08010101
2 Винт М3 2 шт. ГОСТ 1491-80
3 Стакан РГБ08010102
4 Подшипники 2000083, 2 шт. ГОСТ 8338-75
5 Гайка М4 2 шт. ГОСТ 5929-70
2 Вал в сборе 2 РГБ08010200
1 Вал РГБ08010201
2 Шестерня 2 РГБ08010202
3 Колесо 2 РГБ08010202
4 Штифт 1.5х10 цилиндрический ГОСТ 3128-70
5 Подшипники 2000083, 2 шт. ГОСТ 8338-75
3 Вал в сборе 3 РГБ08010300
1 Вал РГБ08010301
2 Шестерня 3 РГБ08010302
3 Колесо 3 РГБ08010302
4 Штифт 1.5х10 цилиндрический ГОСТ 3128-70
5 Подшипники 2000083, 2 шт. ГОСТ 8338-75
4 Вал в сборе 4 РГБ08010400
1 Вал РГБ08010401
2 Шестерня 4 РГБ08010402
3 Колесо 4 РГБ08010402
4 Штифт 1.5х10 цилиндрический ГОСТ 3128-70
5 Подшипники 2000083, 2 шт. ГОСТ 8338-75
5 Вал в сборе 5 РГБ08010500
1 Вал РГБ08010201
2 Шестерня 5 РГБ08010502
3 Колесо 5 РГБ08010502
4 Штифт 1.5х10 цилиндрический ГОСТ 3128-70
5 Подшипники 2000083, 2 шт. ГОСТ 8338-75
6 Вал в сборе 6 РГБ08010600
1 Вал РГБ08010201
2 Шестерня 6 РГБ08010202
3 Колесо 6 РГБ08010602
4 Штифт 1.5х10 цилиндрический ГОСТ 3128-70
5 Подшипники 2000083, 2 шт. ГОСТ 8338-75
7 Муфта в сборе 7 РГБ08010700
1 Вал с резьбой РГБ08010701
2 Крышка пружины РГБ08010702
3 Пружина РГБ08010703
4 Нижняя полумуфта РГБ08010704
5 Колесо 3 РГБ08010705
6 Верхняя полумуфта РГБ08010706
7 Шестерня 3 РГБ08010707
8 Штифт 1.5х10 цилиндрический ГОСТ 3128-70
9 Подшипники 2000083, 2 шт. ГОСТ 8338-75
8 Вал в сборе 8 РГБ08010400
1 Вал с резьбой РГБ08010401
2 Колесо 4 РГБ08010402
3 Подшипники 2000083, 2 шт. ГОСТ 8338-75
4 Шайба ГОСТ 6958-78
5 Гайка М4 ГОСТ 5929-70
6 Винт М3 4 шт. ГОСТ 1491-80
7 Плата верхняя РГБ08010001
8 Плата нижняя РГБ08010002
9 Крышка подшипника 2шт. РГБ08010003
10 Винт М3 4 шт. ГОСТ 1491-80
3 Кожух РГБ08030000
1 Регулировочные винты РГБ08030001
2 Микровыключатели РГБ08030002
4 Стакан РГБ08040000
1 Направляющая вала РГБ08040001
2 Крышка вала РГБ08040002
3(3) Винт М3 4 шт. ГОСТ 1491-80
4(4) Винт М3 4 шт. ГОСТ 1491-80
11 Винт М3, 4 шт. ГОСТ 1491-80
12 Шайба 3, 4 шт. ГОСТ 6958-78

Рис. П1.9

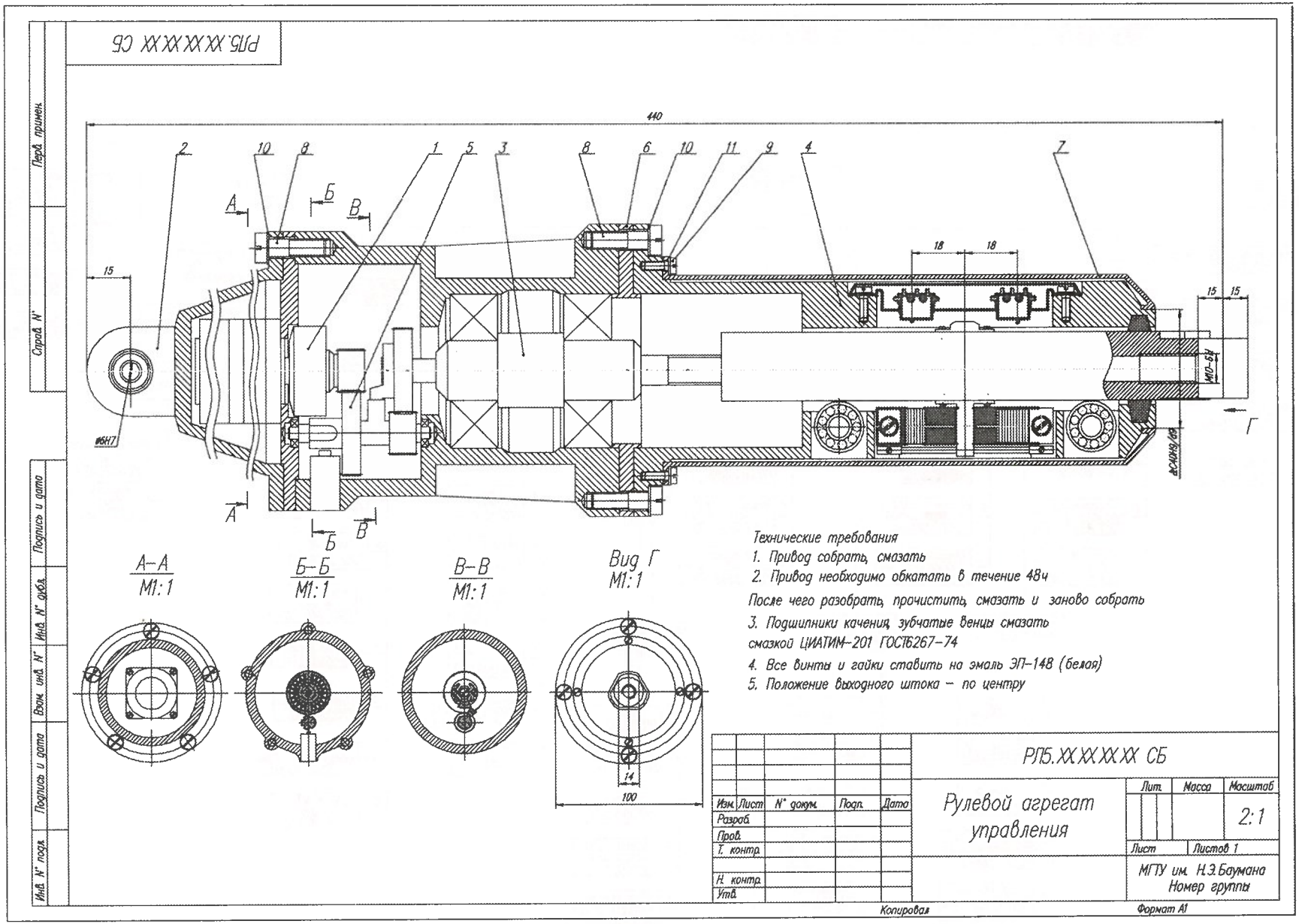

РПБ.ХХХХХХ СБ
440
15
18
18
15
15
Ø6H7
Ø40h9
M10-6g
А–А
М1:1
Б–Б
М1:1
В–В
М1:1
Вид Г
М1:1
14
100
Технические требования
1. Привод собрать, смазать
2. Привод необходимо обкатать в течение 48ч
После чего разобрать, прочистить, смазать и заново собрать
3. Подшипники качения, зубчатые венцы смазать
смазкой ЦИАТИМ–201 ГОСТ6267–74
4. Все винты и гайки ставить на эмаль ЭП–148 (белая)
5. Положение выходного штока – по центру
РПБ.ХХХХХХ СБ
Рулевой агрегат управления
Лит.
Масса
Масштаб
2:1
Лист
Листов 1
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Изм. Лист N докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Перв. примен.
Справ. N
Подпись и дата
Инв. N дубл.
Взам. инв. N
Подпись и дата
Инв. N подл.
Копировал
Формат А1

Рис. П1.10

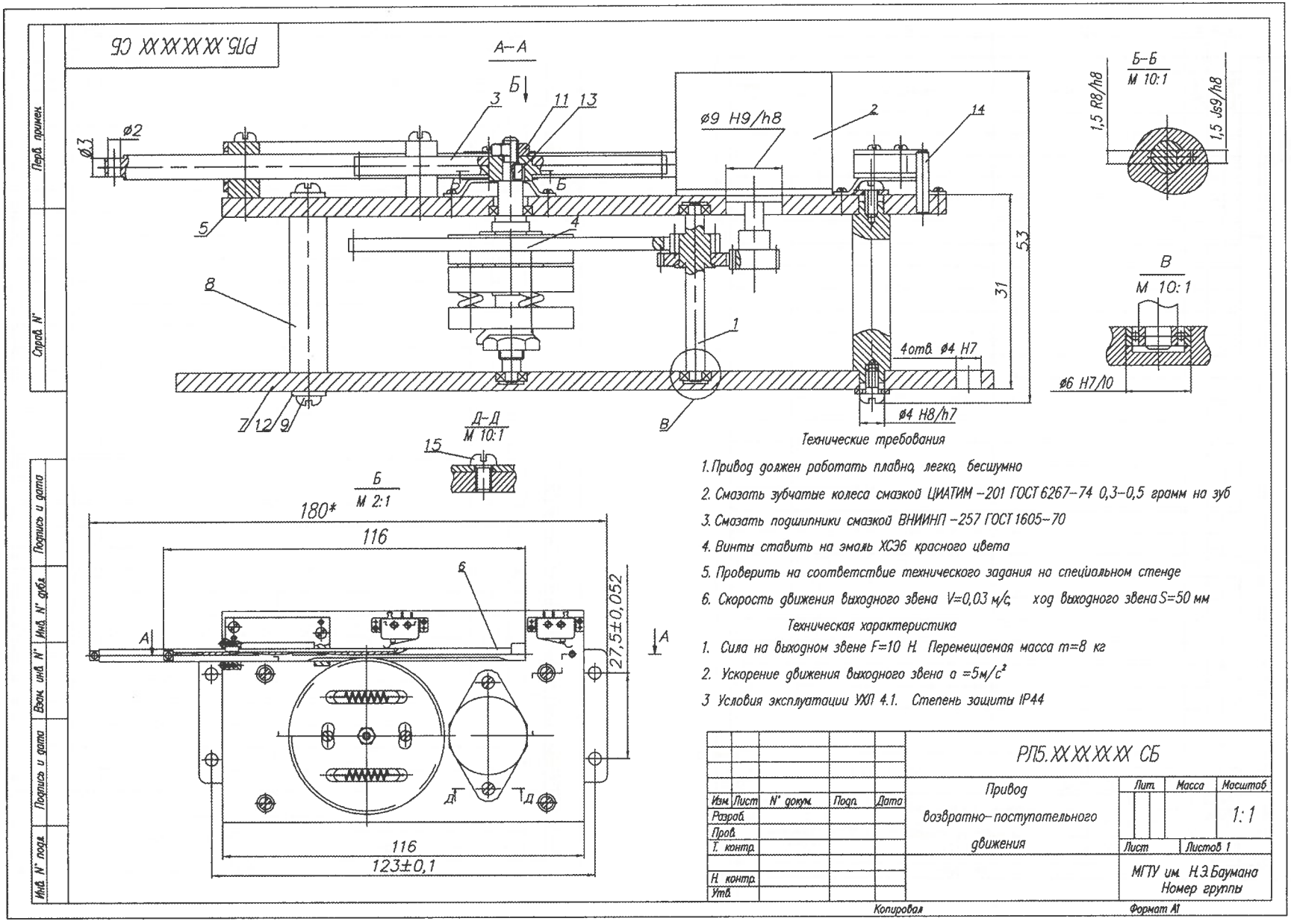
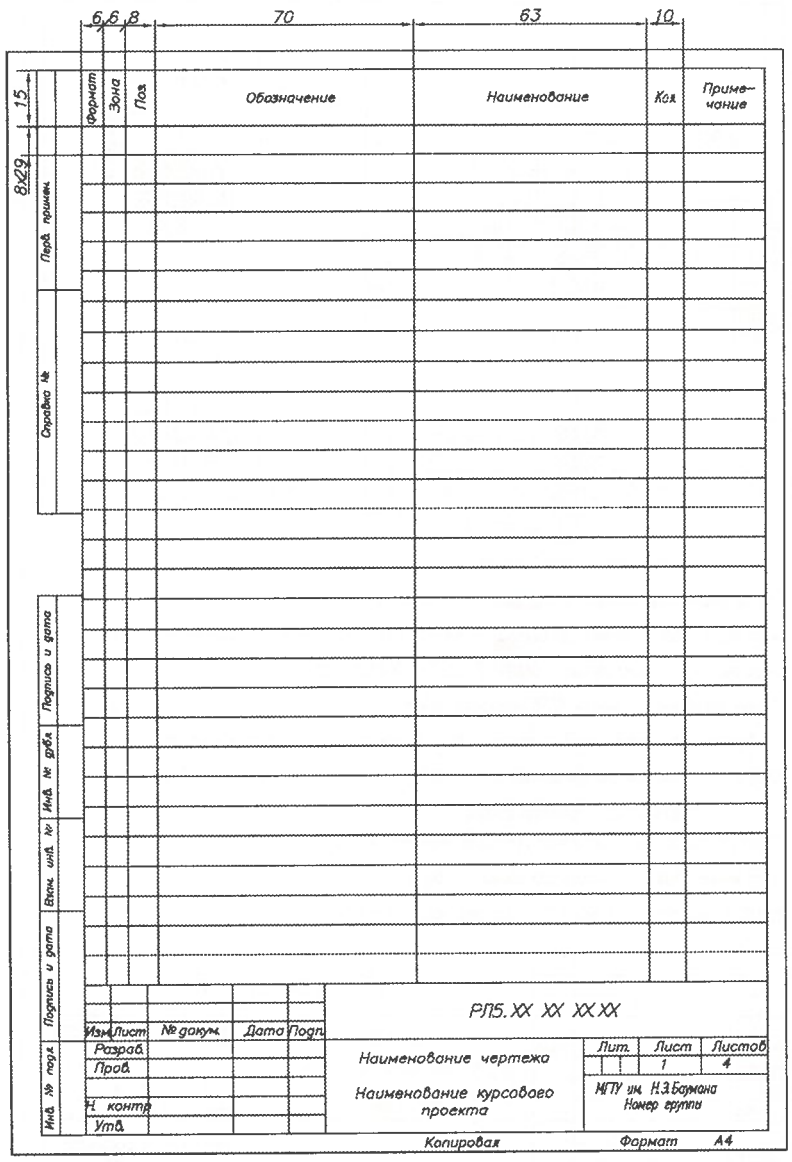
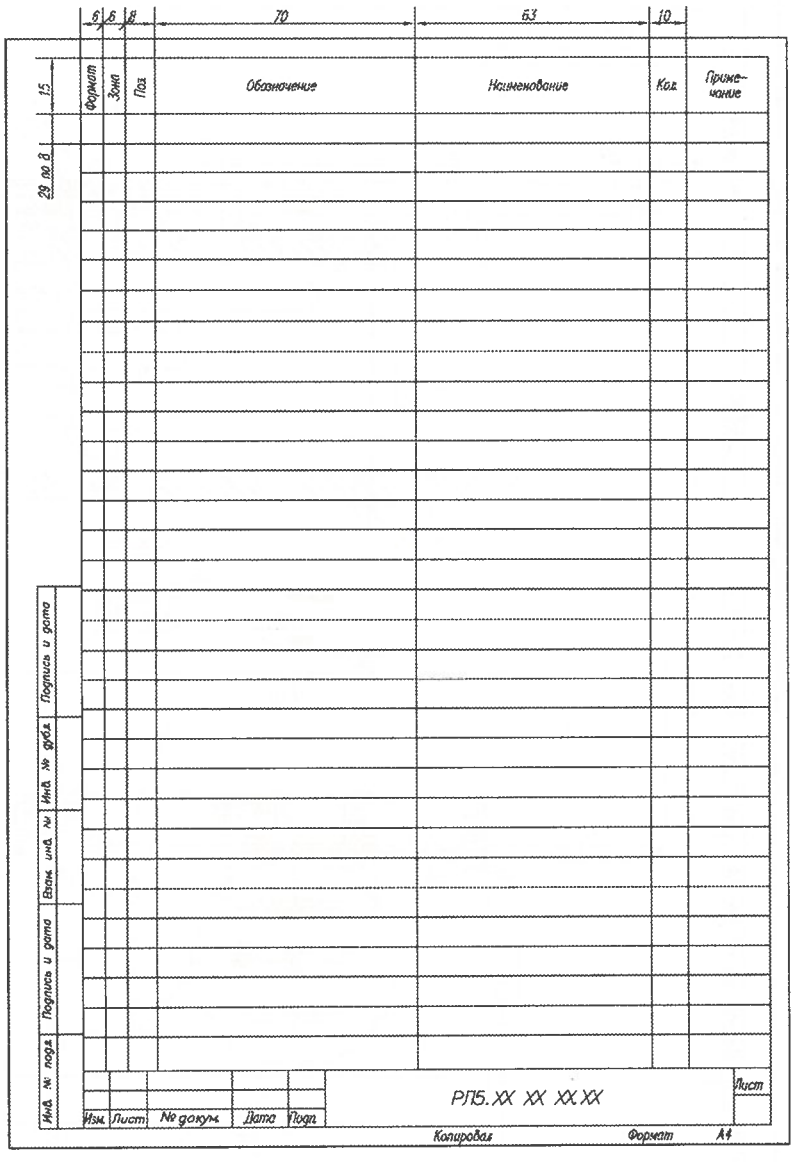

РПБ.ХХ.ХХ.ХХ СБ
А–А
Б
Б–Б
М 10:1
1,5 R8/h8
1,5 Js9/h8
ø9 H9/h8
ø2
ø3
3
11 13
2
14
5
4
8
1
31
53
4отв. ø4 H7
ø4 H8/h7
7 12 9
В
М 10:1
ø6 H7/l0
Д–Д
М 10:1
15
Б
М 2:1
180*
116
6
27,5±0,052
А
Д
116
123±0,1
Технические требования
1. Привод должен работать плавно, легко, бесшумно
2. Смазать зубчатые колеса смазкой ЦИАТИМ –201 ГОСТ 6267–74 0,3–0,5 грамм на зуб
3. Смазать подшипники смазкой ВНИИНП –257 ГОСТ 1605–70
4. Винты ставить на эмаль ХСЭ6 красного цвета
5. Проверить на соответствие технического задания на специальном стенде
6. Скорость движения выходного звена V=0,03 м/с; ход выходного звена S=50 мм
Техническая характеристика
1. Сила на выходном звене F=10 Н. Перемещаемая масса m=8 кг
2. Ускорение движения выходного звена a =5м/с²
3 Условия эксплуатации УХЛ 4.1. Степень защиты IP44
РПБ.ХХ.ХХ.ХХ СБ
Привод возвратно–поступательного движения
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов 1
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Изм. Лист N° докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Перв. примен.
Справ. N°
Подпись и дата
Инв. N° дубл.
Взам. инв. N°
Подпись и дата
Инв. N° подл.
Копировал
Формат А1

Рис. П1.11


6 6 8 70 63 10
15
8x29
Формат
Зона
Поз.
Обозначение
Наименование
Кол.
Приме-чание
Перв. примен.
Справочн. №
Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.
РПБ.ХХ ХХ ХХ.ХХ
Изм. Лист № докум. Дата Подп.
Разраб.
Пров.
Н. контр.
Утв.
Наименование чертежа
Наименование курсового проекта
Лит. Лист Листов
1 4
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Копировал Формат А4

а


6 6 8 70 63 10
15
29,00,8
Формат
Зона
Поз.
Обозначение
Наименование
Кол.
Приме-чание
Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.
РПБ.ХХ ХХ ХХ.ХХ
Изм. Лист № докум. Дата Подп.
Лист
Копировал Формат А4

б

Рис. П1.12

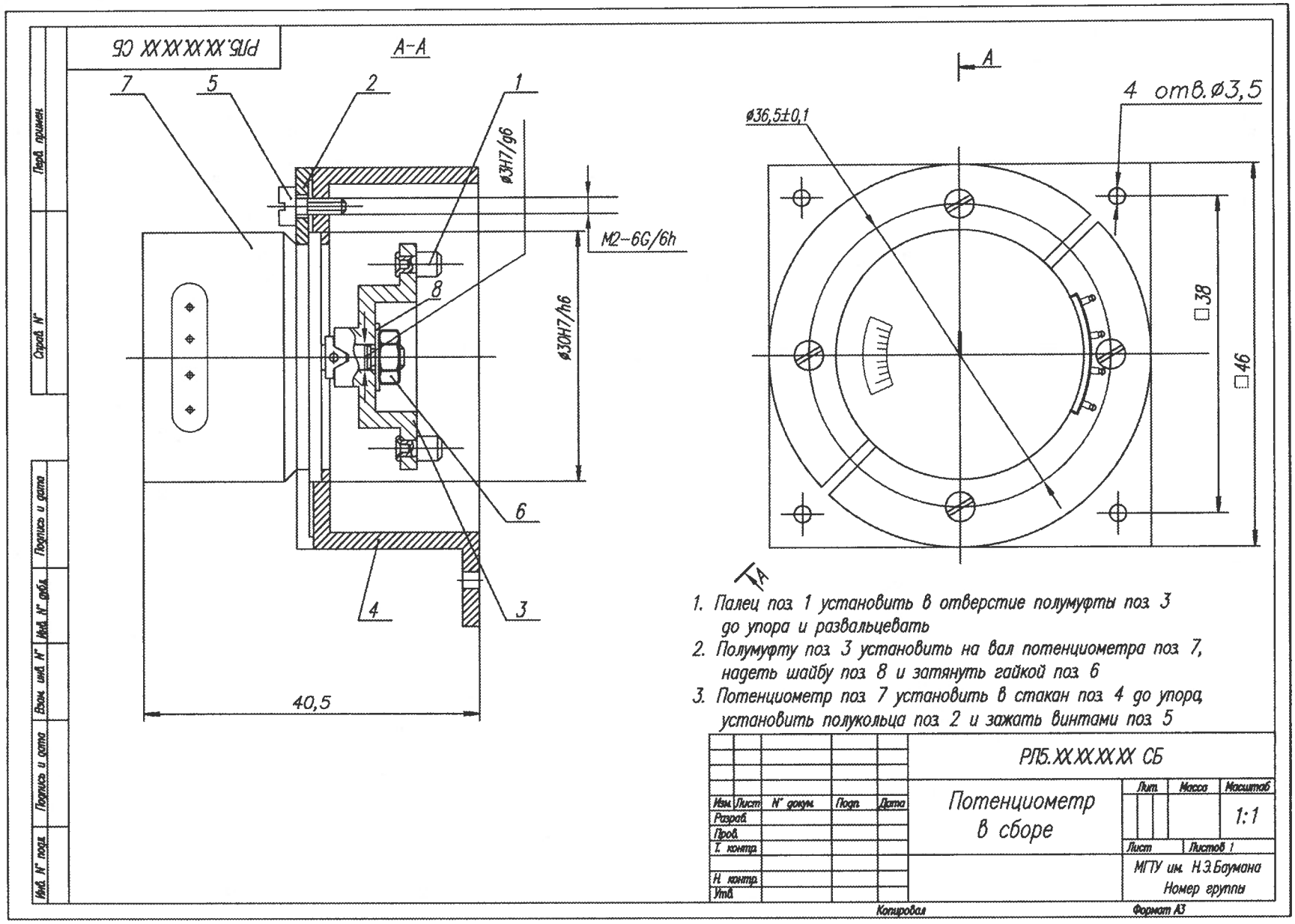

РПБ.ХХХХХХ СБ
А-А
7
5
2
1
ø3H7/g6
M2-6G/6h
ø30H7/h6
8
6
4
3
40,5
А
4 отв.ø3,5
ø36,5±0,1
□38
□46
А
1. Палец поз. 1 установить в отверстие полумуфты поз. 3 до упора и развальцевать
2. Полумуфту поз. 3 установить на вал потенциометра поз. 7, надеть шайбу поз. 8 и затянуть гайкой поз. 6
3. Потенциометр поз. 7 установить в стакан поз. 4 до упора, установить полукольца поз. 2 и зажать винтами поз. 5
РПБ.ХХХХХХ СБ
Потенциометр в сборе
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов 1
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Изм. Лист N докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Перв. примен.
Справ. N
Подпись и дата
Инв. N подл.
Копировал
Формат А3

Рис. П1.13

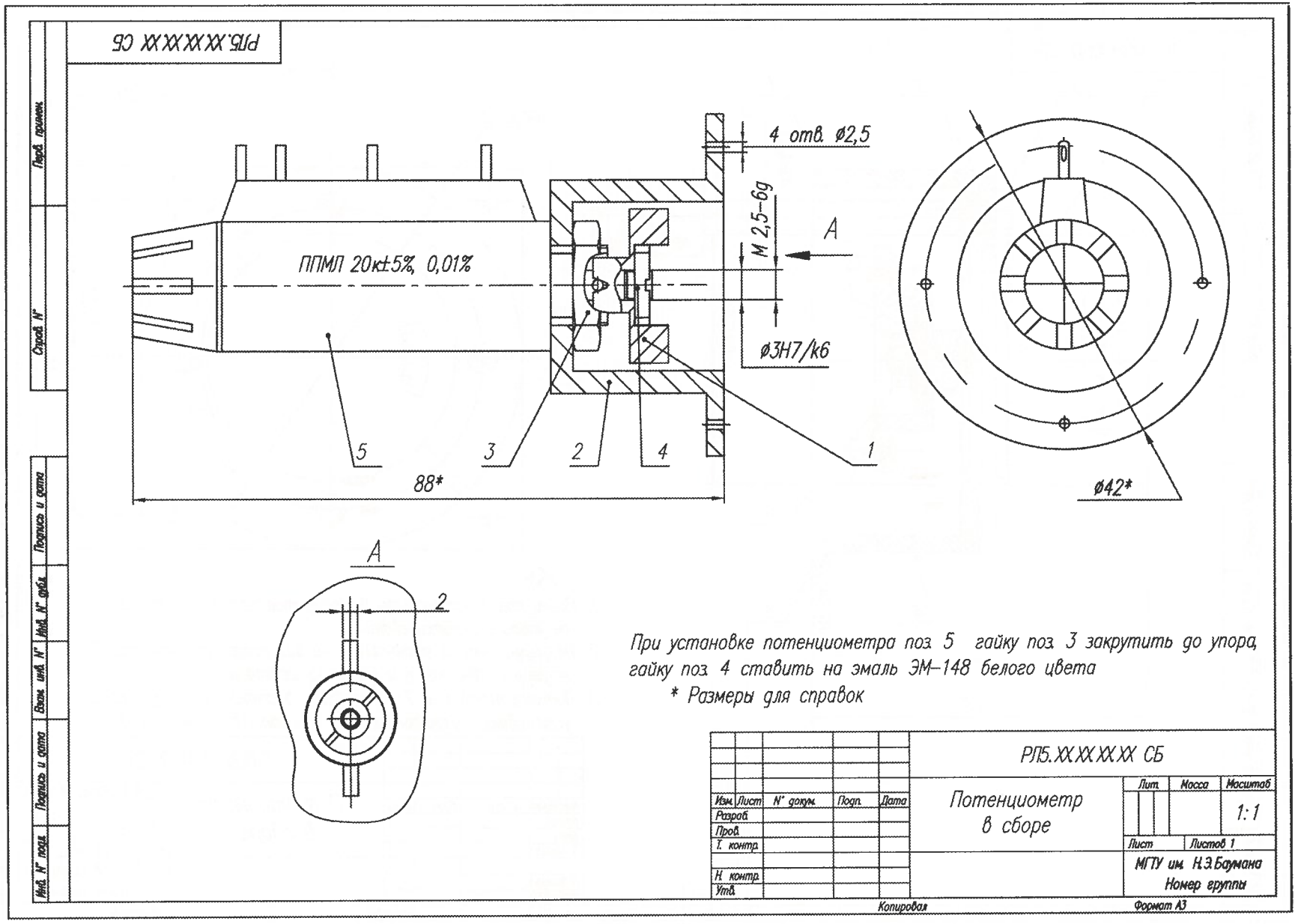

РЛ5.ХХ.ХХ.ХХ СБ
4 отв. ⌀2,5
М 2,5–6g
А
ППМЛ 20к±5%, 0,01%
⌀3Н7/k6
5
3
2
4
1
88*
⌀42*
А
2
При установке потенциометра поз. 5 гайку поз. 3 закрутить до упора, гайку поз. 4 ставить на эмаль ЭМ–148 белого цвета
* Размеры для справок
РЛ5.ХХ.ХХ.ХХ СБ
Потенциометр в сборе
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов 1
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Изм. Лист N° докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Копировал
Формат А3
Перв. примен.
Справ. N°
Подпись и дата
Инв. N° дубл.
Взам. инв. N°
Подпись и дата
Инв. N° подл.

Рис. П1.14

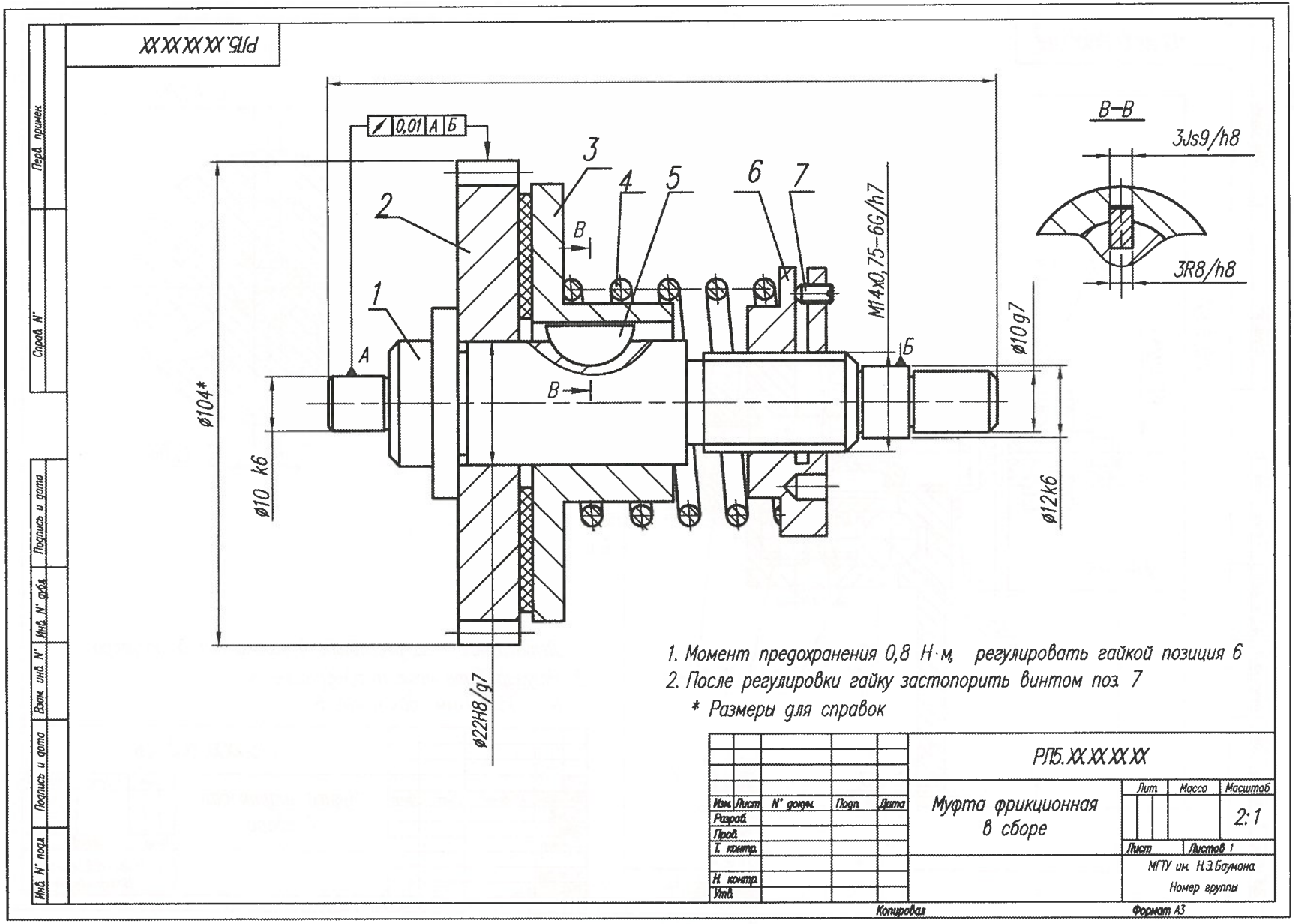

РЛ5.ХХХХХХ
Перв. примен.
Справ. №
Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.
0,01 А Б
3
2
4
5
6
7
1
А
В
В1
Б
ø104*
ø10 k6
ø22H8/g7
M14x0,75-6G/h7
ø10g7
ø12k6
В–В
3Js9/h8
3R8/h8
1. Момент предохранения 0,8 Н·м, регулировать гайкой позиция 6
2. После регулировки гайку застопорить винтом поз. 7
* Размеры для справок
РЛ5.ХХХХХХ
Муфта фрикционная в сборе
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Лит.
Масса
Масштаб
2:1
Лист
Листов 1
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Копировал
Формат А3

Рис. П1.15

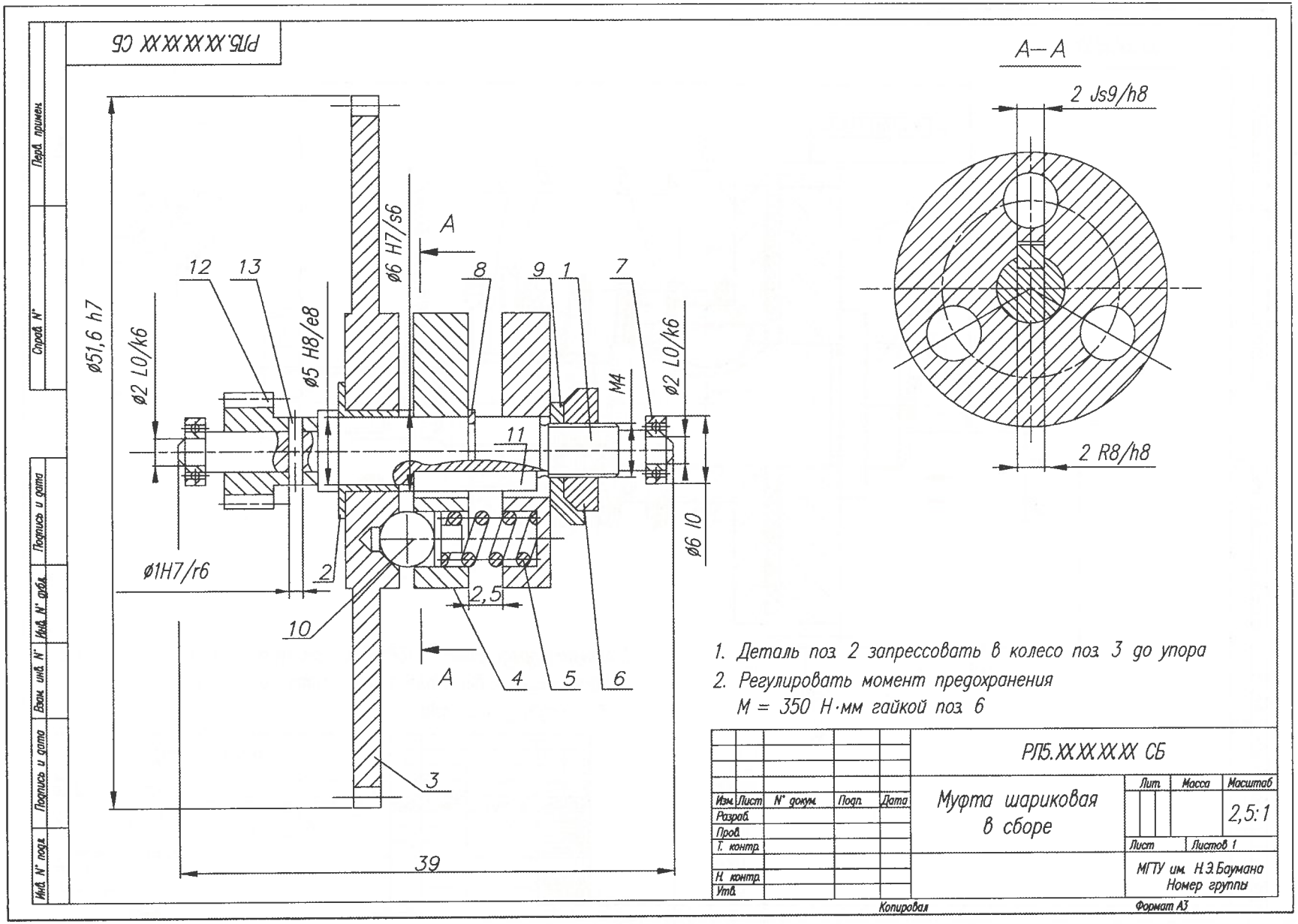

РПБ.ХХ.ХХ.ХХ СБ
Перв. примен.
Справ. N°
Подпись и дата
Инв. N° дубл.
Взам. инв. N°
Подпись и дата
Инв. N° подл.
А–А
2 Js9/h8
2 R8/h8
ø51,6 h7
ø2 L0/k6
ø5 H8/e8
ø6 H7/s6
ø1H7/r6
ø6 l0
M4
12
13
8
9
1
7
11
2
2,5
10
3
4
5
6
39
1. Деталь поз. 2 запрессовать в колесо поз. 3 до упора
2. Регулировать момент предохранения
M = 350 Н·мм гайкой поз. 6
РПБ.ХХ.ХХ.ХХ.ХХ СБ
Муфта шариковая в сборе
Изм. Лист N° докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Лит.
Масса
Масштаб
2,5:1
Лист
Листов 1
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Копировал
Формат А3

Рис. П1.16

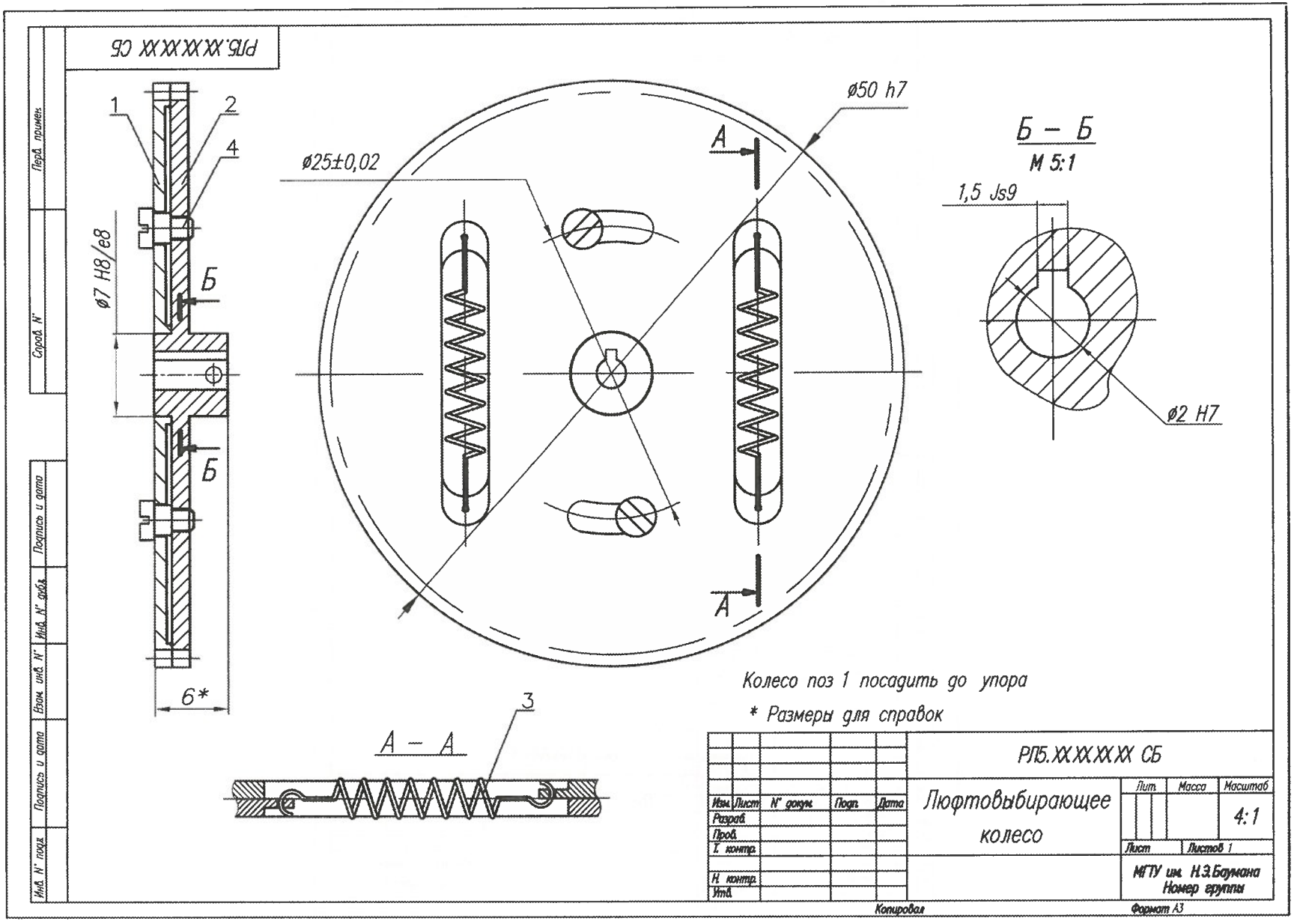

РЛ5.ХХХХХХ СБ
1
2
4
Б
Б
ø7 H8/e8
6*
ø25±0,02
ø50 h7
А
А
Б – Б
М 5:1
1,5 Js9
ø2 H7
А – А
3
Колесо поз 1 посадить до упора
* Размеры для справок
РЛ5.ХХХХХХ СБ
Люфтовыбирающее колесо
Лит.
Масса
Масштаб
4:1
Лист
Листов 1
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Изм. Лист N докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Копировал
Формат А3
Перв. примен.
Справ. N°
Подпись и дата
Инв. N° дубл.
Взам. инв. N°
Подпись и дата
Инв. N° подл.

Рис. П1.17

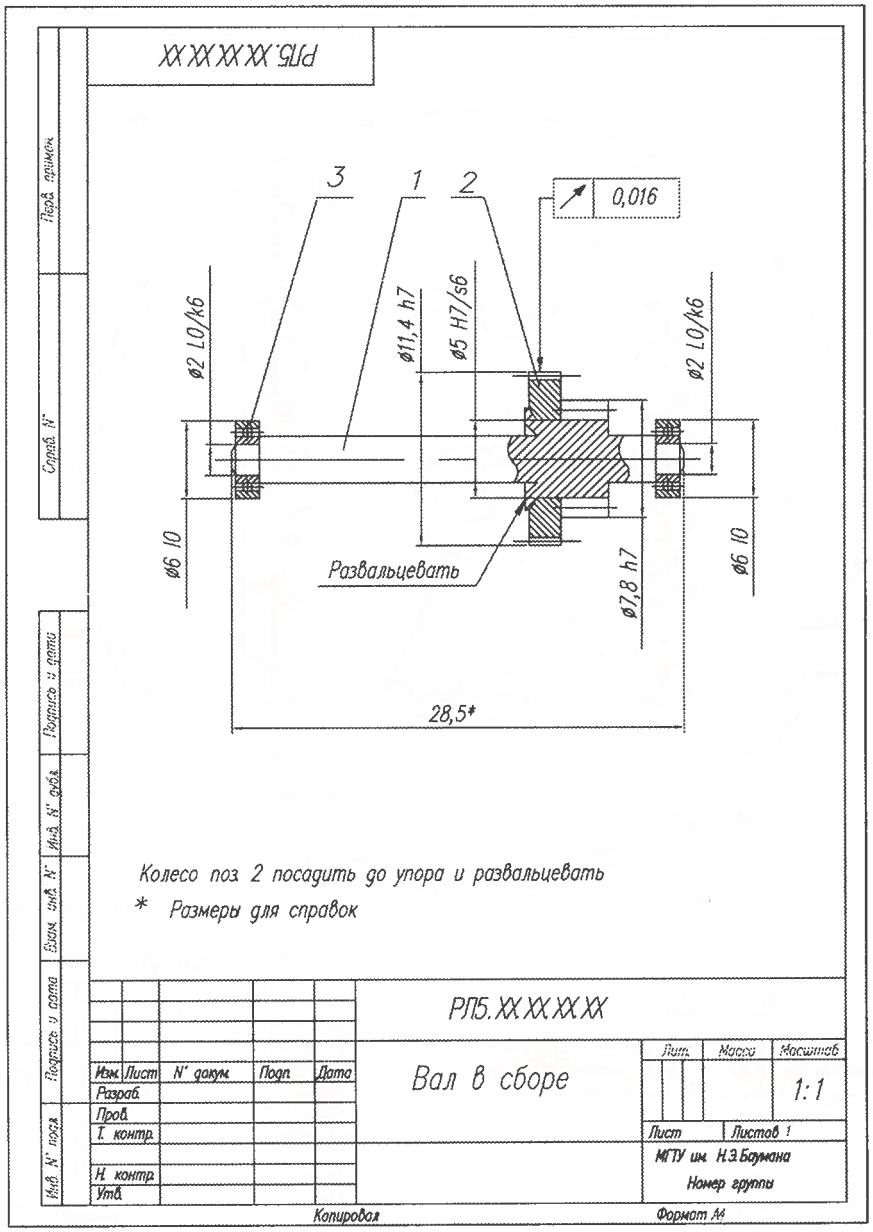

РПБ.ХХХХХХ
3
1
2
0,016
ø2 L0/k6
ø11,4 h7
ø5 H7/s6
ø2 L0/k6
ø6 l0
Развальцевать
ø7,8 h7
ø6 l0
28,5*
Колесо поз. 2 посадить до упора и развальцевать
* Размеры для справок
РПБ.ХХХХХХ
Вал в сборе
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов 1
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Изм. Лист N докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Перв. примен.
Справ. N
Подпись и дата
Инв. N подл.
Копировал
Формат А4

Рис. П1.18

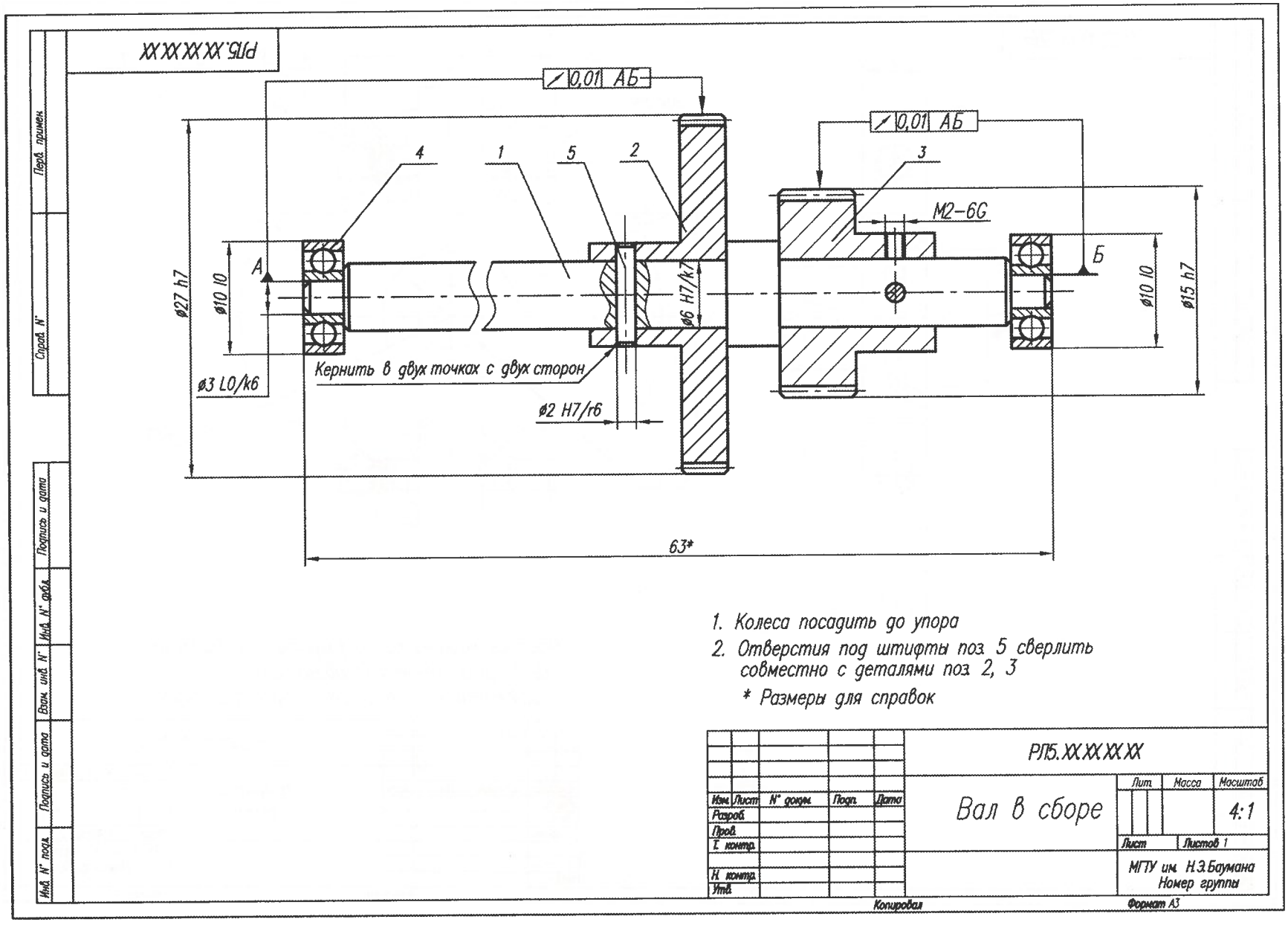

РПБ.ХХ.ХХ.ХХ.ХХ
0,01 АБ
0,01 АБ
4
1
5
2
3
М2–6G
А
Б
ø27 h7
ø10 l0
ø3 L0/k6
ø6 H7/k7
ø10 l0
ø15 h7
Кернить в двух точках с двух сторон
ø2 H7/r6
63*
1. Колеса посадить до упора
2. Отверстия под штифты поз. 5 сверлить совместно с деталями поз. 2, 3
* Размеры для справок
РПБ.ХХ.ХХ.ХХ.ХХ
Вал в сборе
Лит.
Масса
Масштаб
4:1
Лист
Листов 1
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Изм. Лист N° докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Перв. примен.
Справ. N°
Подпись и дата
Инв. N° подл.
Подпись и дата
Взам. инв. N°
Инв. N° дубл.
Копировал
Формат А3

Рис. П1.19

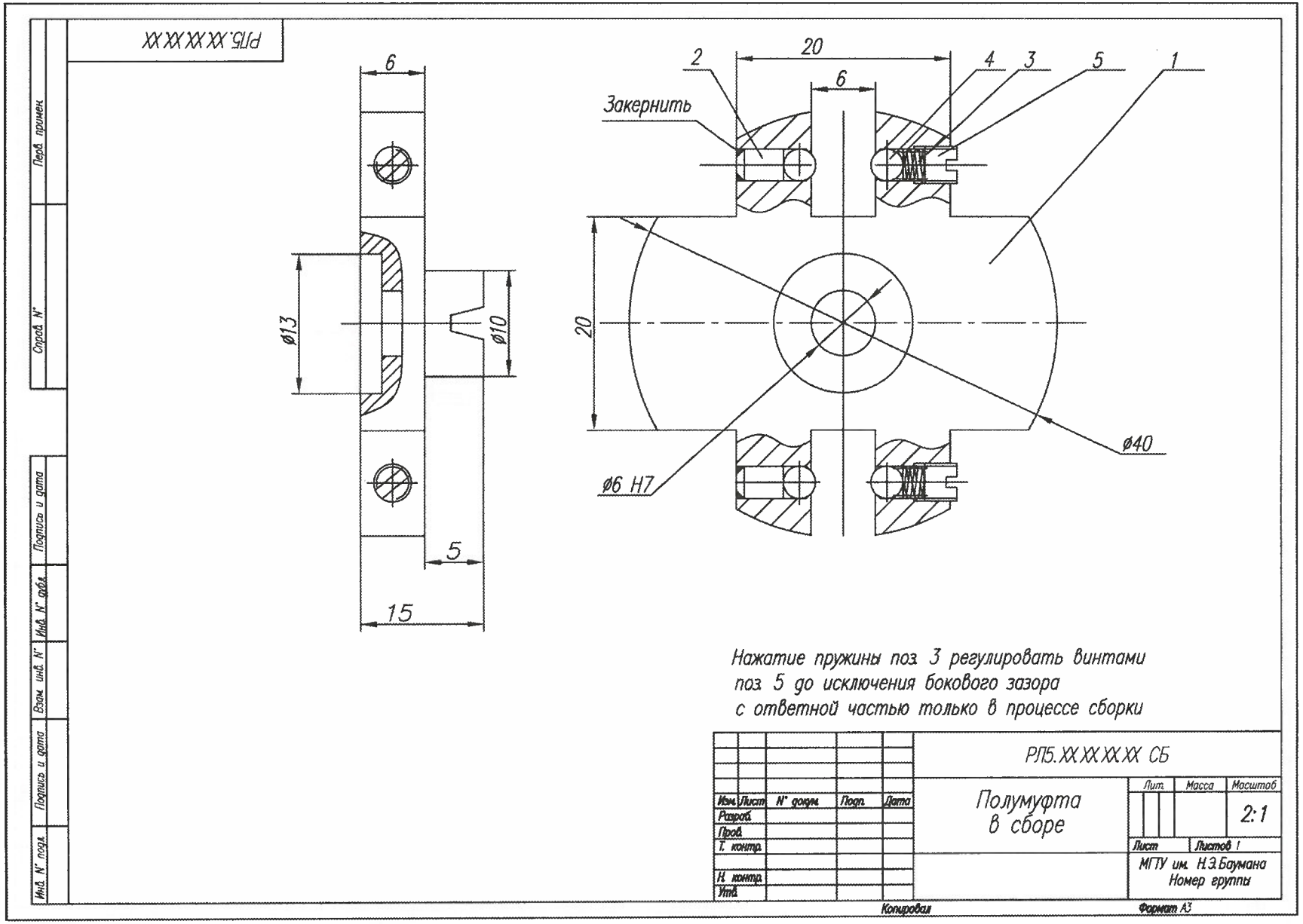

РПБ.ХХХХХХ
Перв. примен.
Справ. №
Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.
6
ø13
ø10
5
15
2
20
6
4
3
5
1
Закернить
20
ø40
ø6 H7
Нажатие пружины поз. 3 регулировать винтами
поз. 5 до исключения бокового зазора
с ответной частью только в процессе сборки
РПБ.ХХХХХХ СБ
Полумуфта
в сборе
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Лит.
Масса
Масштаб
2:1
Лист
Листов 1
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Копировал
Формат А3

Рис. П1.20

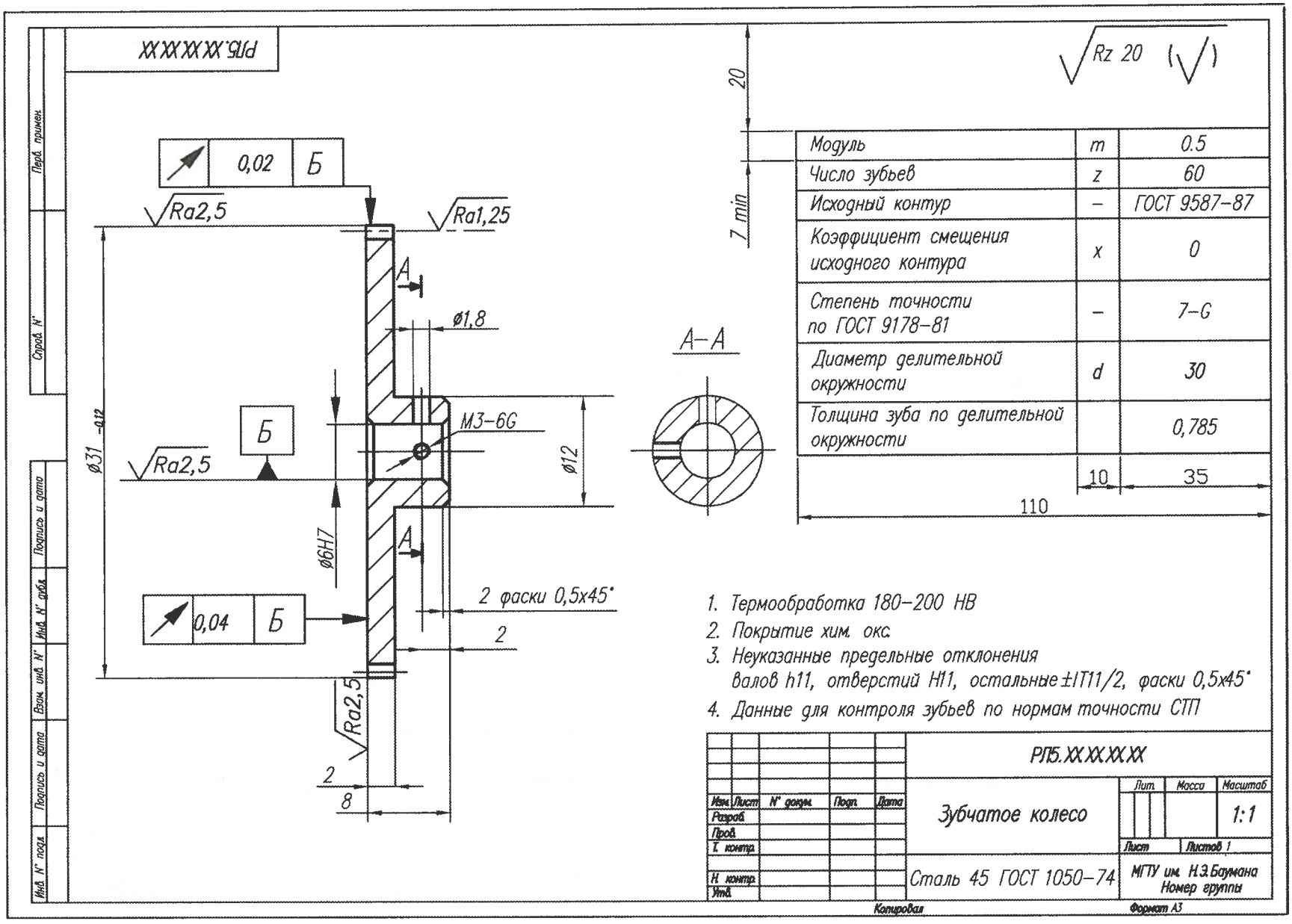

РПБ.ХХХХХХ.ХХ
Rz 20
0,02 Б
Ra2,5
Ra1,25
A
ø1,8
A–A
Б
M3–6G
Ø31 -0,12
Ra2,5
ø12
Ø6H7
A
2 фаски 0,5x45°
0,04 Б
2
Ra2,5
2
8
20
7 min
Модуль m 0.5
Число зубьев z 60
Исходный контур – ГОСТ 9587–87
Коэффициент смещения исходного контура x 0
Степень точности по ГОСТ 9178–81 – 7–G
Диаметр делительной окружности d 30
Толщина зуба по делительной окружности 0,785
10 35
110
1. Термообработка 180–200 НВ
2. Покрытие хим. окс.
3. Неуказанные предельные отклонения валов h11, отверстий H11, остальные ±IT11/2, фаски 0,5x45°
4. Данные для контроля зубьев по нормам точности СТП
РПБ.ХХХХХХ.ХХ
Зубчатое колесо
Лит. Масса Масштаб
1:1
Лист Листов 1
Сталь 45 ГОСТ 1050–74
МГТУ им. Н.Э.Баумана Номер группы
Изм. Лист N докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Перв. примен.
Справ. N
Подпись и дата
Инв. N дубл.
Взам. инв. N
Подпись и дата
Инв. N подл.
Копировал
Формат А3

Рис. П1.21

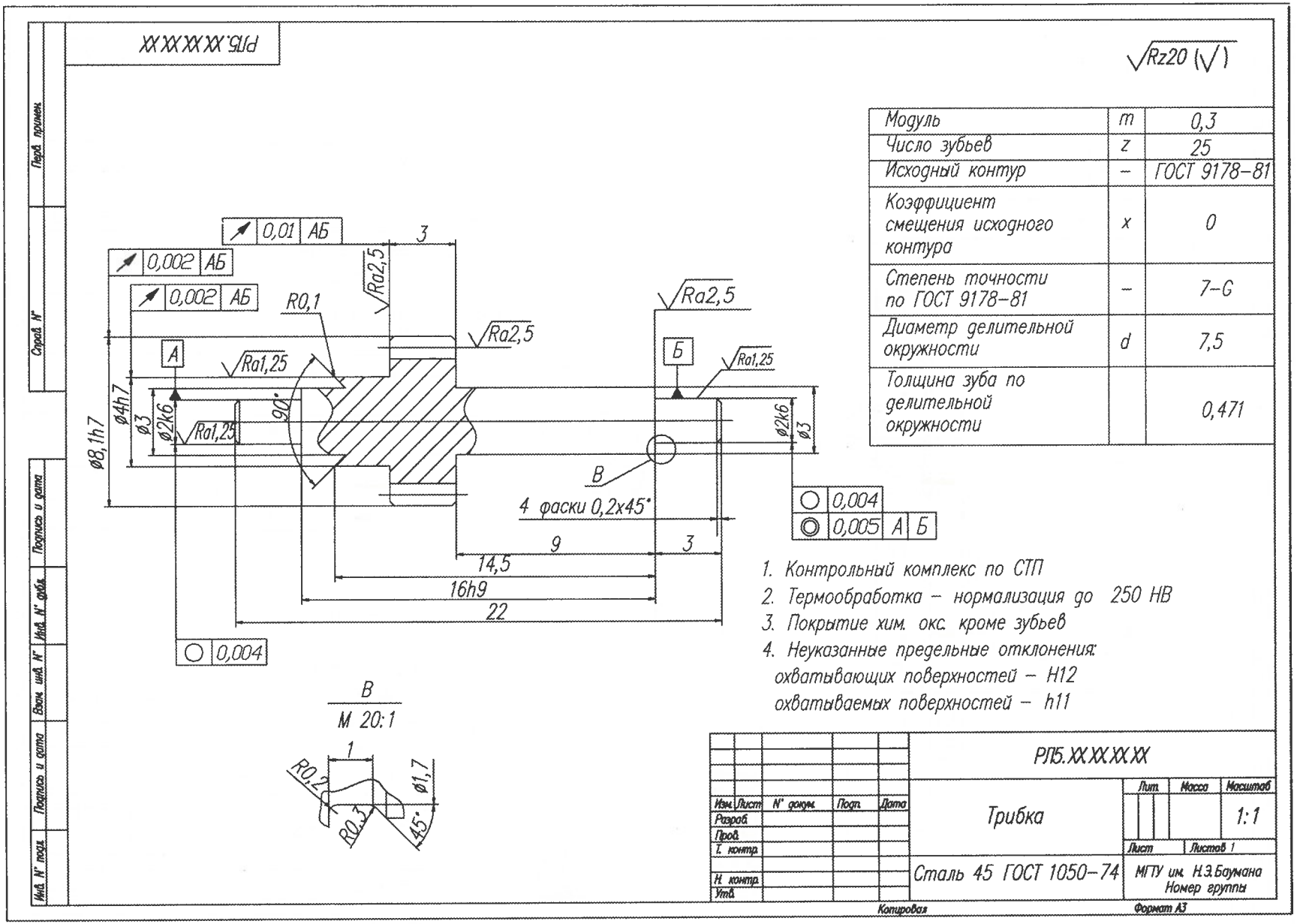

РП5.ХХХХХХ
√Rz20 (√)
Перв. примен.
Справ. №
Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.
0,01 АБ
0,002 АБ
0,002 АБ
3
Ra2,5
R0,1
Ra2,5
Ra2,5
А
Ra1,25
Б
Ra1,25
ø4h7
ø8,1h7
ø3
ø2k6
Ra1,25
90°
ø2k6
ø3
В
4 фаски 0,2х45°
0,004
0,005 А Б
9
3
14,5
16h9
22
0,004
В
М 20:1
1
R0,2
R0,3
ø1,7
45°
Модуль m 0,3
Число зубьев z 25
Исходный контур – ГОСТ 9178–81
Коэффициент смещения исходного контура x 0
Степень точности по ГОСТ 9178–81 – 7–G
Диаметр делительной окружности d 7,5
Толщина зуба по делительной окружности 0,471
1. Контрольный комплекс по СТП
2. Термообработка – нормализация до 250 НВ
3. Покрытие хим. окс. кроме зубьев
4. Неуказанные предельные отклонения:
охватывающих поверхностей – H12
охватываемых поверхностей – h11
РП5.ХХХХХХ
Изм. Лист N докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Трибка
Лит. Масса Масштаб
1:1
Лист Листов 1
Сталь 45 ГОСТ 1050–74
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Копировал
Формат А3

Рис. П1.22

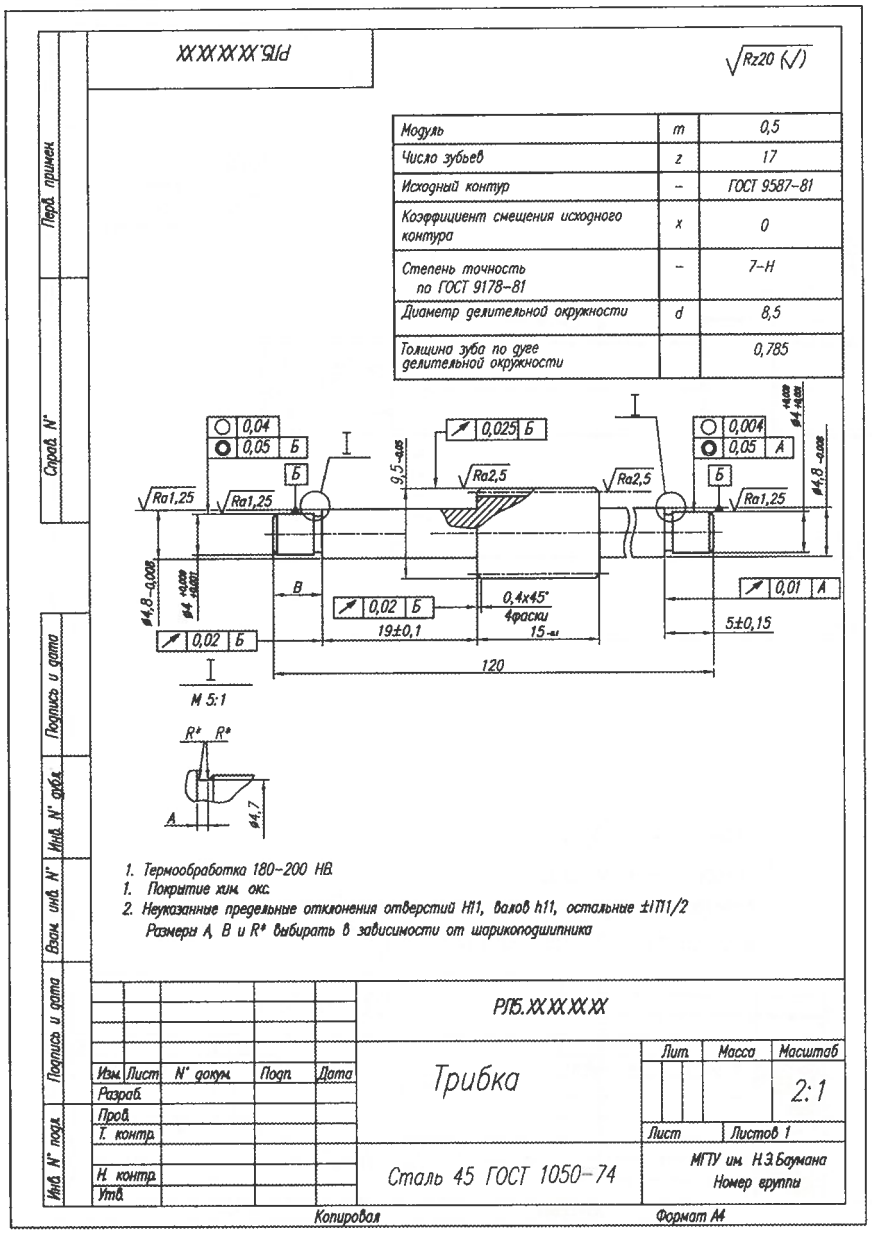


Рис. П1.23

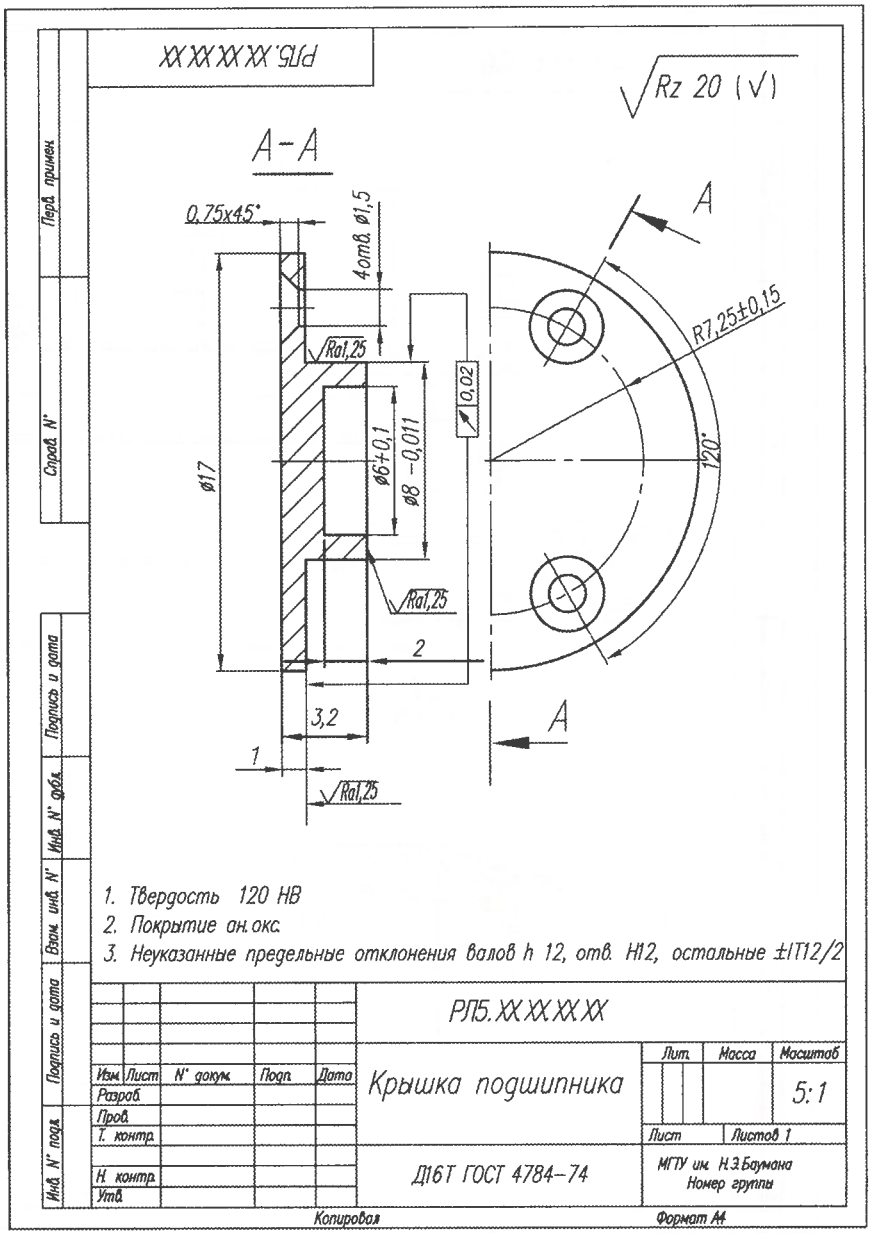


Рис. П1.24

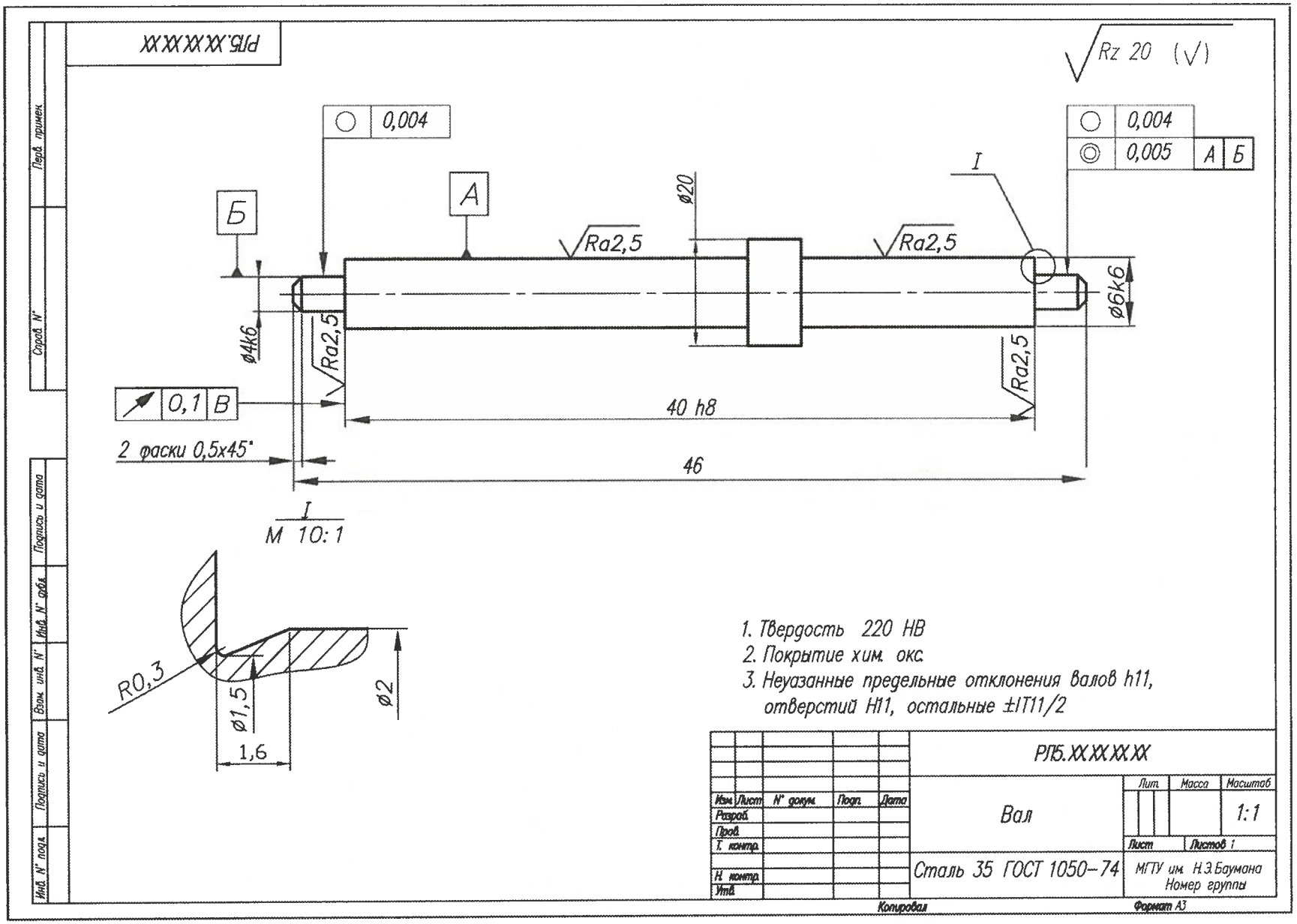

РЛБ.ХХХХХХ
Rz 20 (√)
0,004
0,004
0,005 А Б
Б
А
I
ø20
Ra2,5
Ra2,5
ø6k6
ø4k6
Ra2,5
Ra2,5
0,1 В
40 h8
2 фаски 0,5х45°
46
I
М 10:1
R0,3
ø1,5
ø2
1,6
1. Твердость 220 НВ
2. Покрытие хим. окс.
3. Неуказанные предельные отклонения валов h11, отверстий H11, остальные ±IT11/2
РЛБ.ХХХХХХ
Вал
Сталь 35 ГОСТ 1050–74
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов 1
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Изм. Лист N° докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Перв. примен.
Справ. N°
Подпись и дата
Инв. N° дубл.
Взам. инв. N°
Подпись и дата
Инв. N° подл.
Копировал
Формат А3

Рис. П1.25

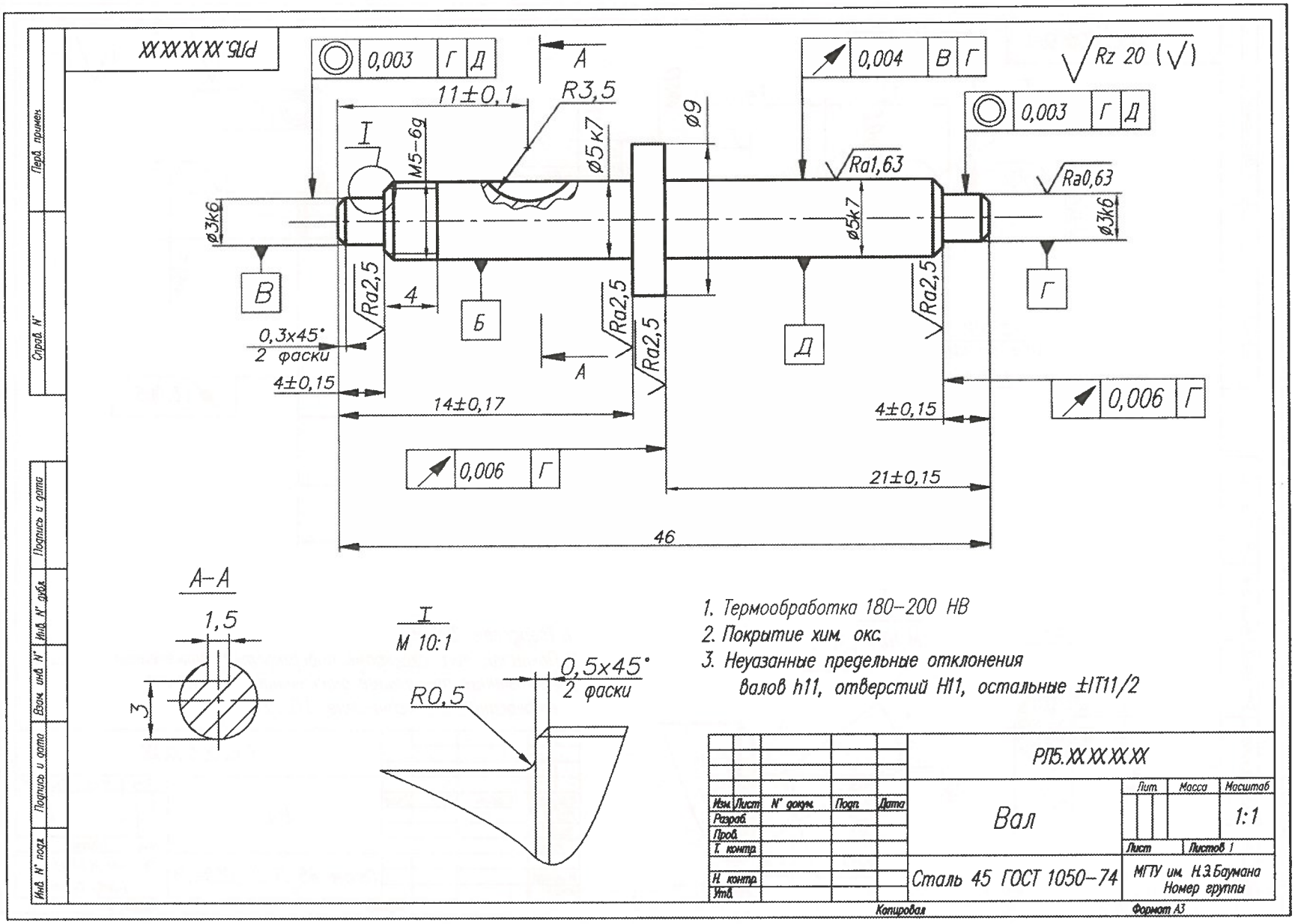

РПБ.ХХХХХХ.ЯЦ
0,003 Г Д
А
11±0,1
R3,5
I
М5–6g
ø5k7
ø9
0,004 В Г
Rz 20 (√)
0,003 Г Д
Ra1,63
Ra0,63
ø3k6
ø5k7
ø3k6
В
Ra2,5
4
Б
Ra2,5
Ra2,5
Ra2,5
Д
Г
0,3x45°
2 фаски
А
4±0,15
14±0,17
0,006 Г
4±0,15
0,006 Г
21±0,15
46
А–А
1,5
3
I
М 10:1
0,5x45°
2 фаски
R0,5
1. Термообработка 180–200 НВ
2. Покрытие хим. окс.
3. Неуказанные предельные отклонения
валов h11, отверстий H11, остальные ±IT11/2
РПБ.ХХХХХХ
Вал
Сталь 45 ГОСТ 1050–74
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов 1
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Изм. Лист N докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Копировал
Формат А3
Перв. примен.
Справ. N
Подпись и дата
Инв. N дубл.
Взам. инв. N
Подпись и дата
Инв. N подл.

Рис. П1.26

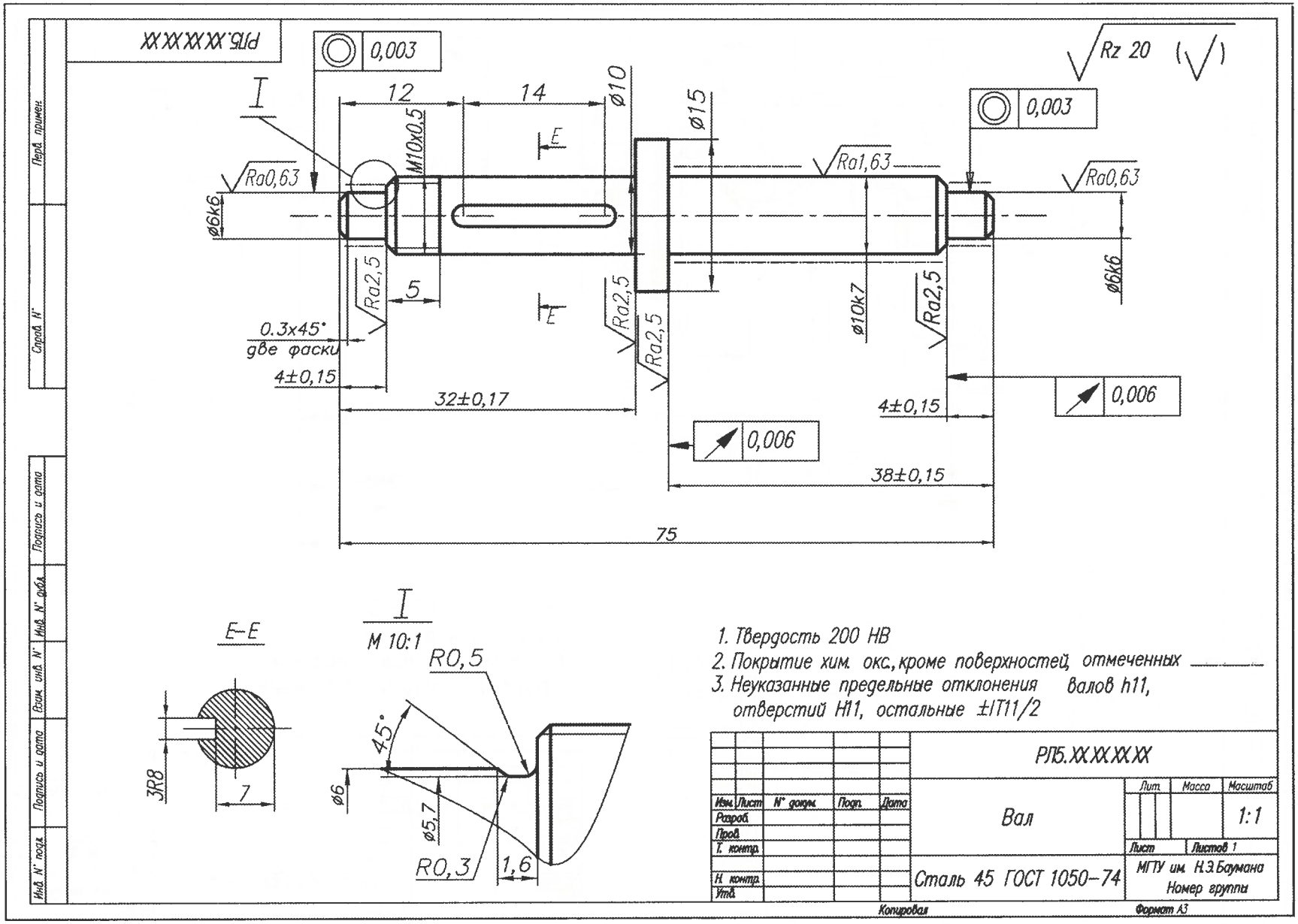

РЛ5.ХХХХХХ
0,003
Rz 20
12
14
ø10
ø15
M10x0,5
Ra0,63
ø6k6
Ra1,63
Ra0,63
ø6k6
Ra2,5
5
0.3x45°
две фаски
4±0,15
32±0,17
Ra2,5
Ra2,5
ø10k7
Ra2,5
0,003
0,006
0,006
4±0,15
38±0,15
75
E-E
3R8
7
M 10:1
R0,5
45°
ø6
ø5,7
R0,3
1,6
1. Твердость 200 НВ
2. Покрытие хим. окс., кроме поверхностей, отмеченных
3. Неуказанные предельные отклонения валов h11,
отверстий H11, остальные ±IT11/2
РЛ5.ХХ.ХХ.ХХ
Вал
Сталь 45 ГОСТ 1050–74
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов 1
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Копировал
Формат А3

Рис. П1.27

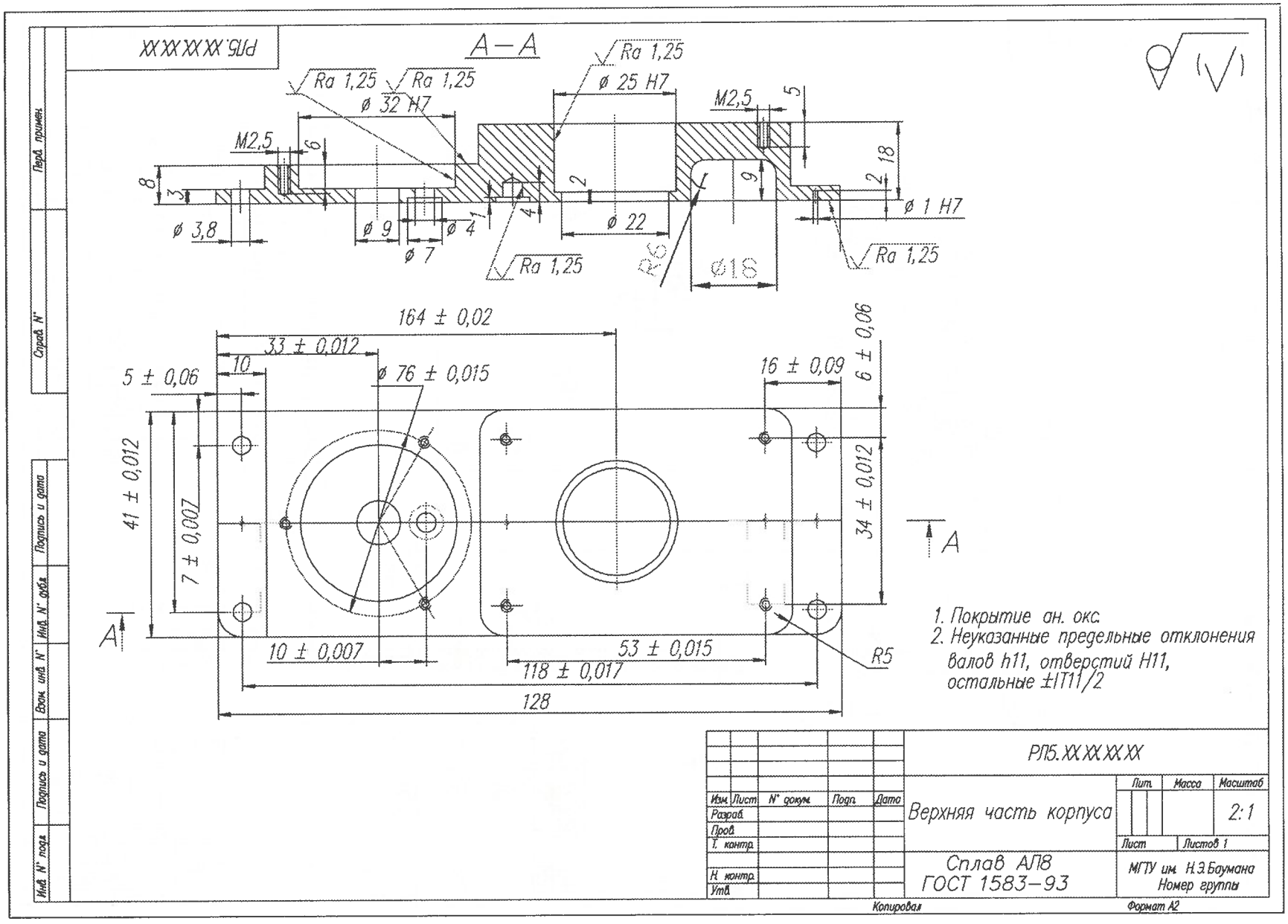

РП5.ХХХХХХ
А–А
Ra 1,25
ø 25 H7
ø 32 H7
M2,5
ø 1 H7
ø 3,8
ø 9
ø 7
ø 4
ø 22
ø16
R5
164 ± 0,02
33 ± 0,012
10
ø 76 ± 0,015
5 ± 0,06
16 ± 0,09
6 ± 0,06
41 ± 0,012
7 ± 0,007
34 ± 0,012
10 ± 0,007
53 ± 0,015
118 ± 0,017
128
1. Покрытие ан. окс.
2. Неуказанные предельные отклонения валов h11, отверстий H11, остальные ±IT11/2
РП5.ХХ.ХХ.ХХ.ХХ
Верхняя часть корпуса
Сплав АЛ8
ГОСТ 1583–93
2:1
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Лист
Листов 1
Формат А2

Рис. П1.28

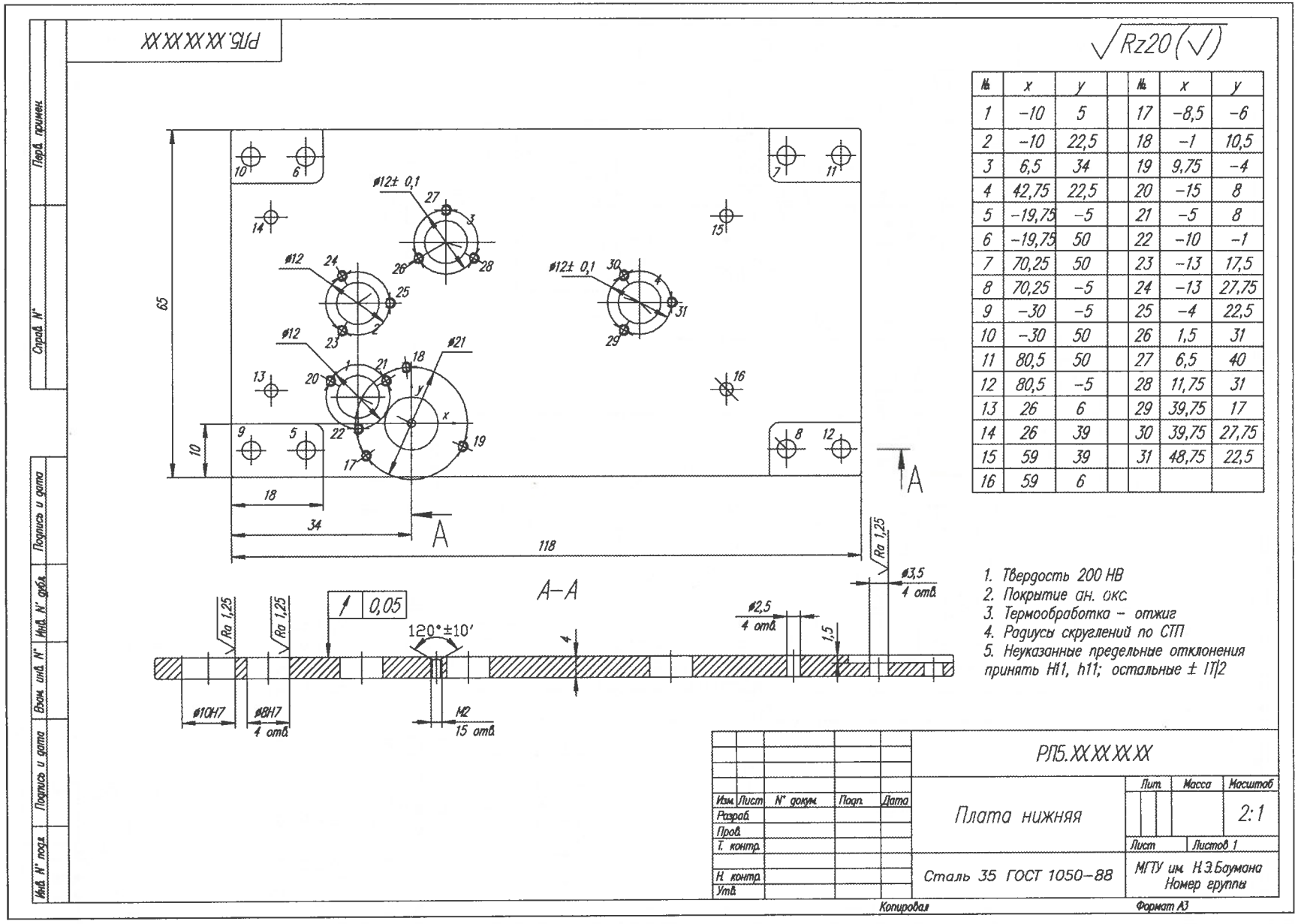

РЛ5.ХХ.ХХ.ХХ.ХХ
Rz20
№ x y № x y
1 −10 5 17 −8,5 −6
2 −10 22,5 18 −1 10,5
3 6,5 34 19 9,75 −4
4 42,75 22,5 20 −15 8
5 −19,75 −5 21 −5 8
6 −19,75 50 22 −10 −1
7 70,25 50 23 −13 17,5
8 70,25 −5 24 −13 27,75
9 −30 −5 25 −4 22,5
10 −30 50 26 1,5 31
11 80,5 50 27 6,5 40
12 80,5 −5 28 11,75 31
13 26 6 29 39,75 17
14 26 39 30 39,75 27,75
15 59 39 31 48,75 22,5
16 59 6
65
10
18
34
118
A
A–A
ø12± 0,1
ø12
ø21
Ra 1,25
0,05
120°±10'
ø10H7
ø8H7
4 отв.
M2
15 отв.
ø2,5
ø3,5
1,5
1. Твердость 200 НВ
2. Покрытие ан. окс.
3. Термообработка – отжиг
4. Радиусы скруглений по СТП
5. Неуказанные предельные отклонения принять H11, h11; остальные ± IT12
РЛ5.ХХ.ХХ.ХХ.ХХ
Плата нижняя
Сталь 35 ГОСТ 1050–88
Лит.
Масса
Масштаб
2:1
Лист
Листов 1
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Перв. примен.
Справ. №
Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.
Копировал
Формат А3

Рис. П1.29

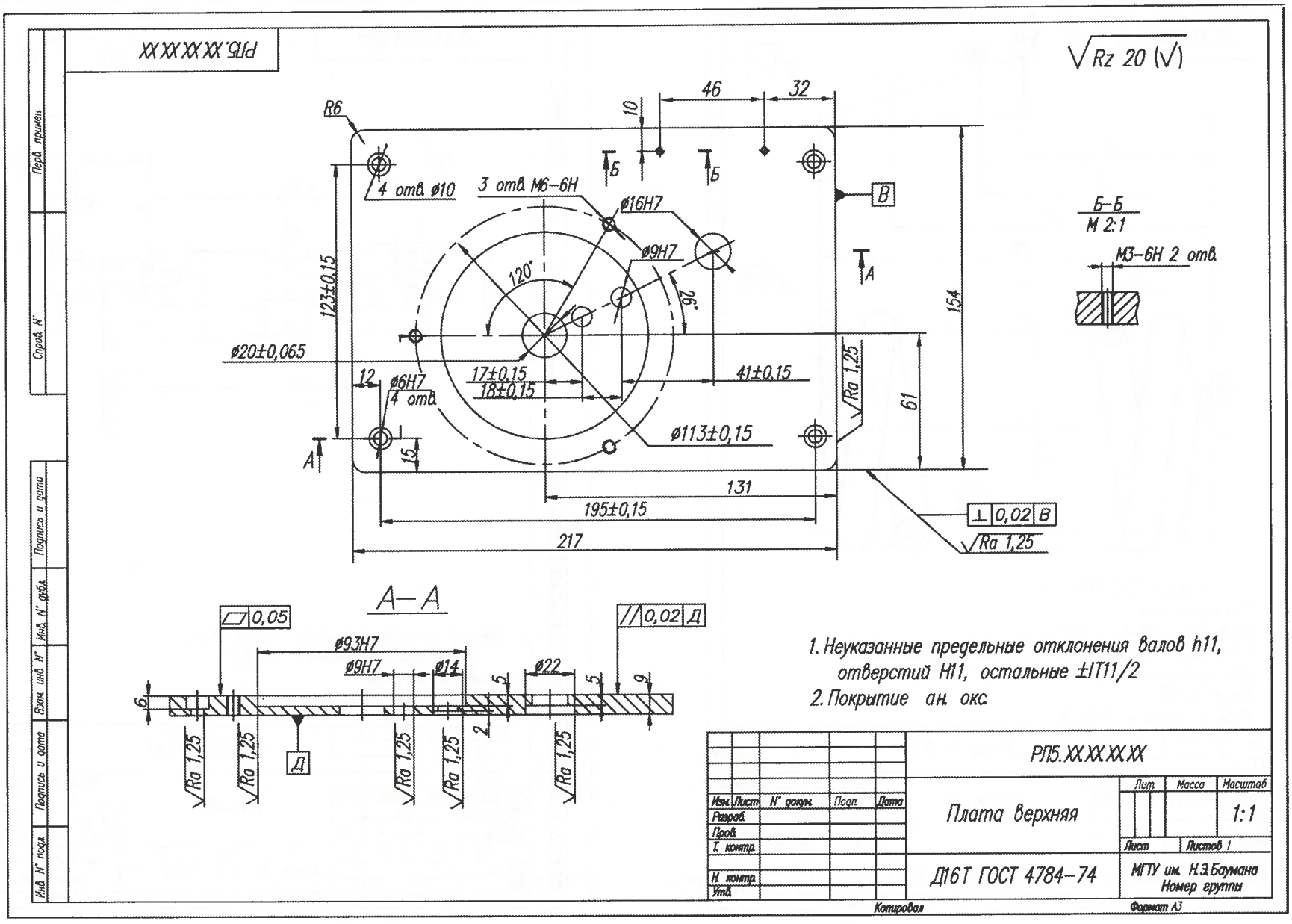

РП5.ХХХХХХ
√Rz 20 (√)
R6
4 отв. ø10
3 отв. М6–6Н
ø16Н7
ø9Н7
120°
26°
123±0,15
ø20±0,065
12
ø6Н7
4 отв.
17±0,15
18±0,15
41±0,15
15
ø113±0,15
131
195±0,15
217
46
32
10
Б
В
А
154
61
Ra 1,25
Б–Б
М 2:1
М3–6Н 2 отв.
⊥ 0,02 В
А–А
0,05
ø93Н7
ø9Н7
ø14
ø22
5
5
9
6
2
Д
// 0,02 Д
1. Неуказанные предельные отклонения валов h11, отверстий Н11, остальные ±IT11/2
2. Покрытие ан. окс.
РП5.ХХХХХХ
Плата верхняя
Д16Т ГОСТ 4784–74
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов 1
Копировал
Формат А3

Рис. П1.30

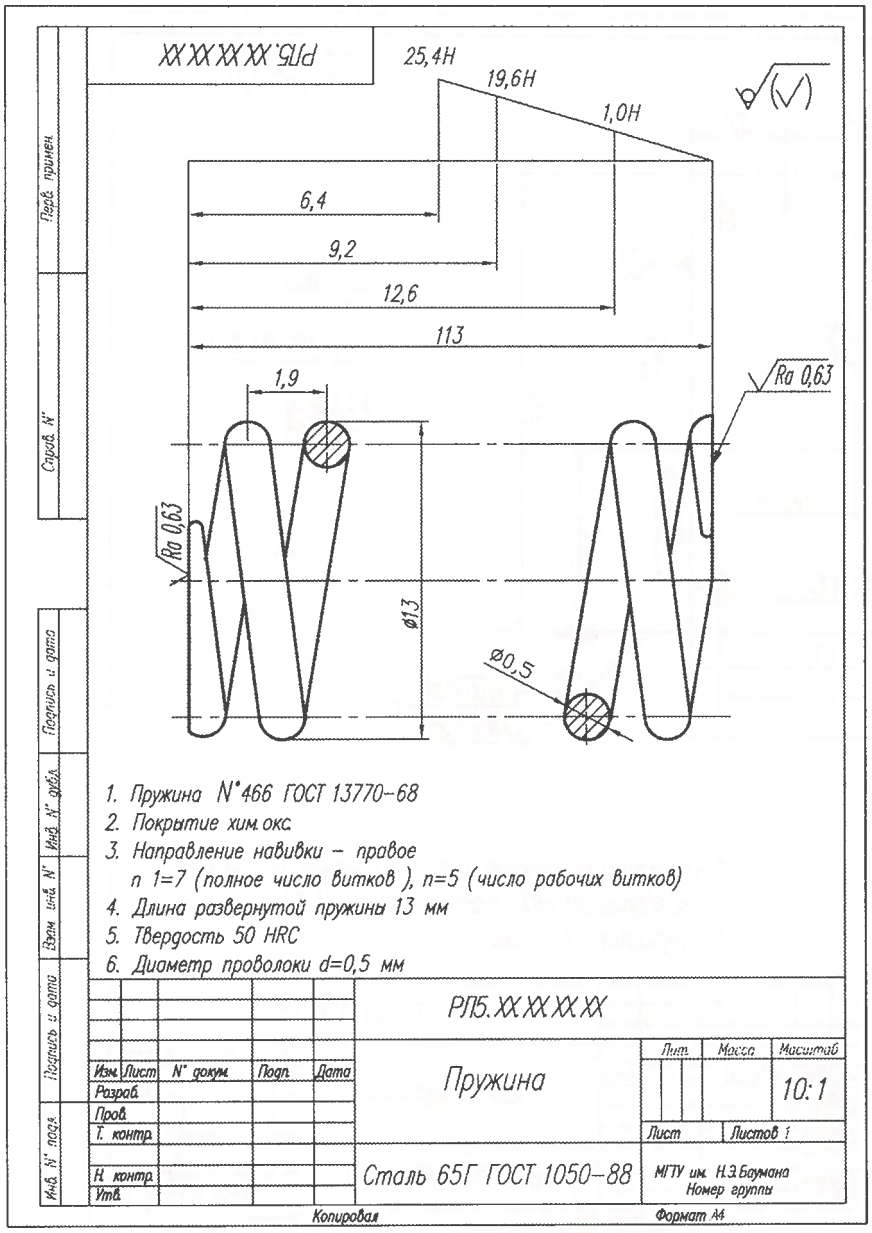


Рис. П1.31

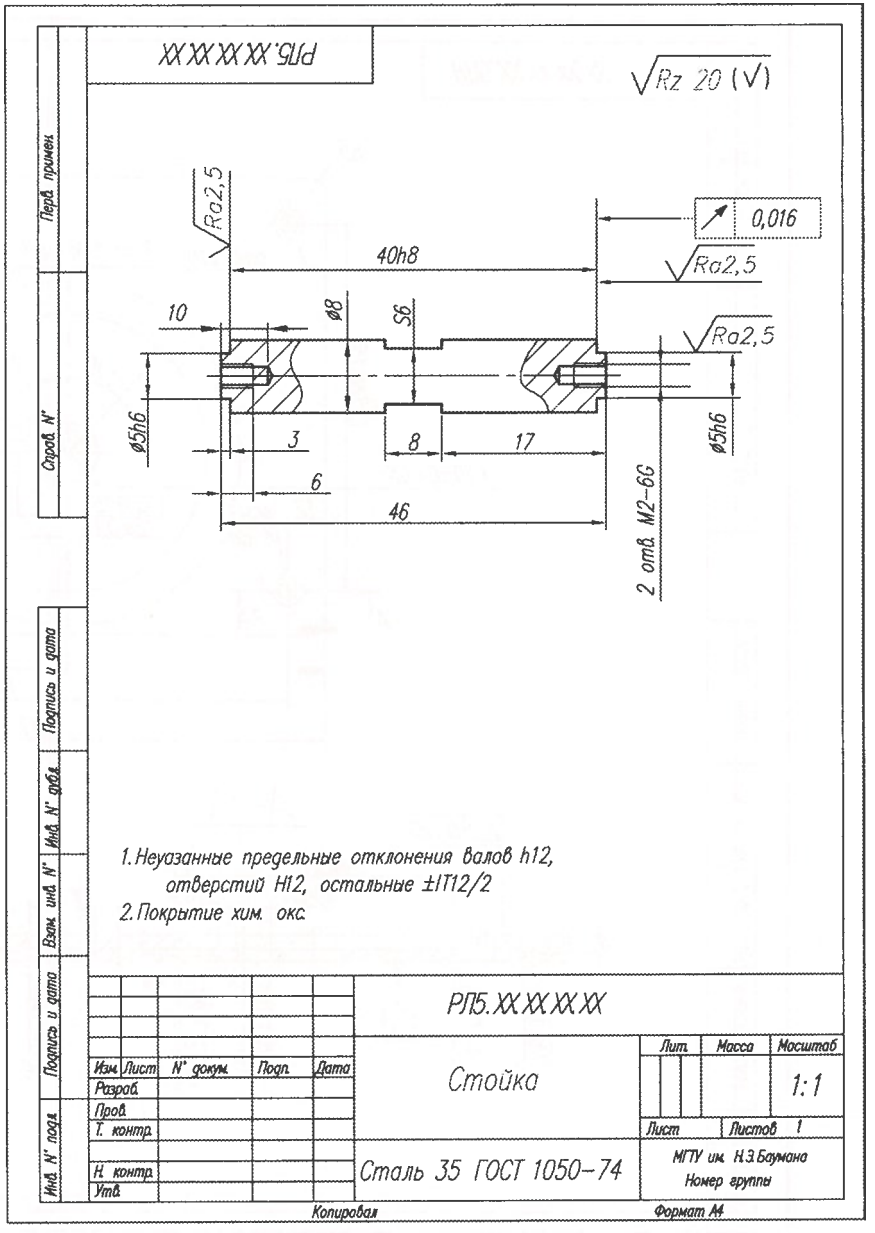


Рис. П1.32

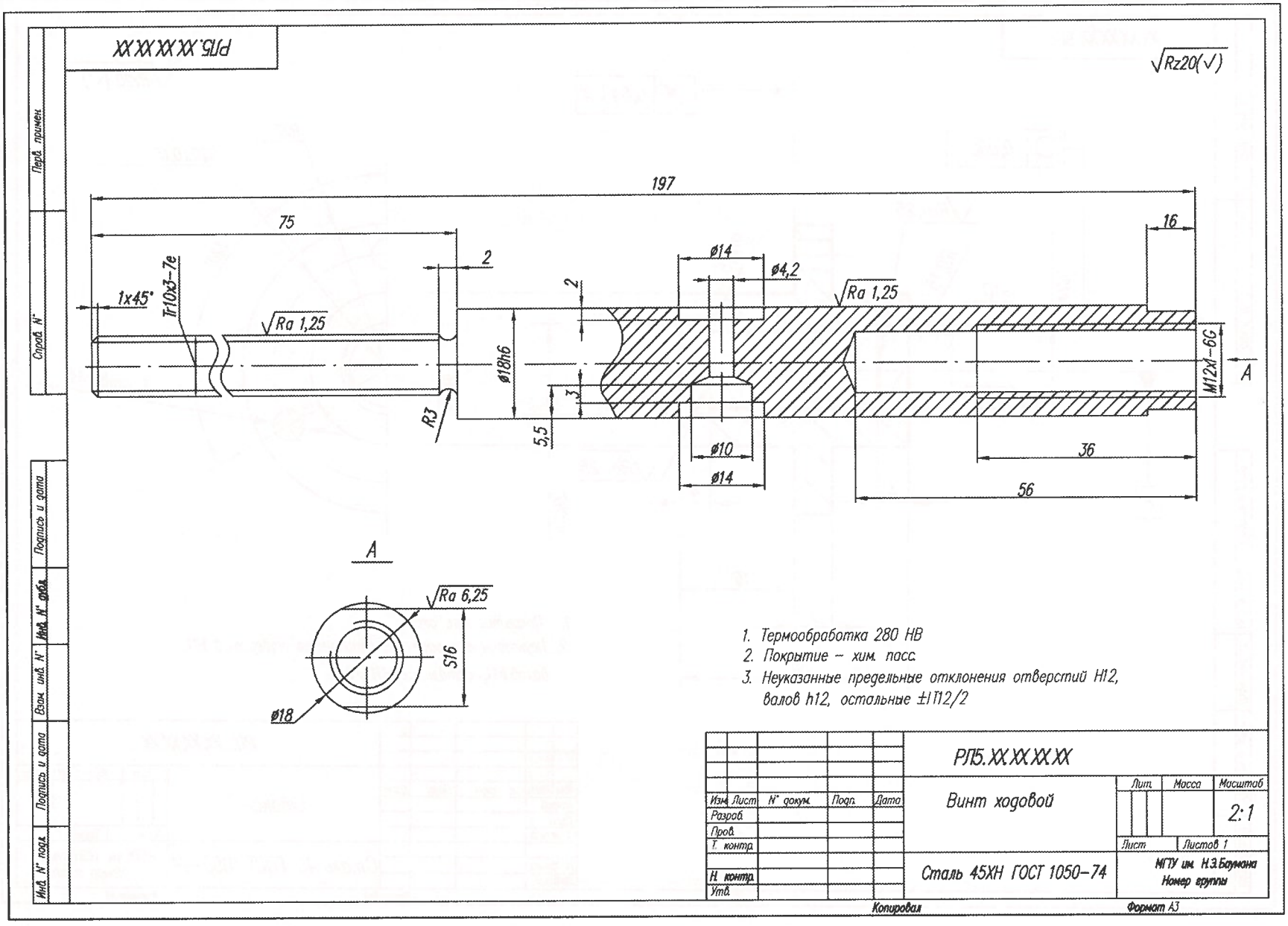

РП5.ХХХХХХ
√Rz20(√)
197
75
16
2
ø14
ø4,2
2
√Ra 1,25
1x45°
Tr10x3-7e
√Ra 1,25
ø18h6
M12x1-6G
A
3
R3
5,5
ø10
ø14
36
56
A
√Ra 6,25
S16
ø18
1. Термообработка 280 НВ
2. Покрытие – хим. пасс.
3. Неуказанные предельные отклонения отверстий H12, валов h12, остальные ±IT12/2
РП5.ХХ.ХХ.ХХ
Винт ходовой
Лит.
Масса
Масштаб
2:1
Лист
Листов 1
Сталь 45ХН ГОСТ 1050–74
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Изм. Лист N° докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Копировал
Формат А3
Перв. примен.
Справ. N°
Подпись и дата
Инв. N° дубл.
Взам. инв. N°
Подпись и дата
Инв. N° подл.

Рис. П1.33

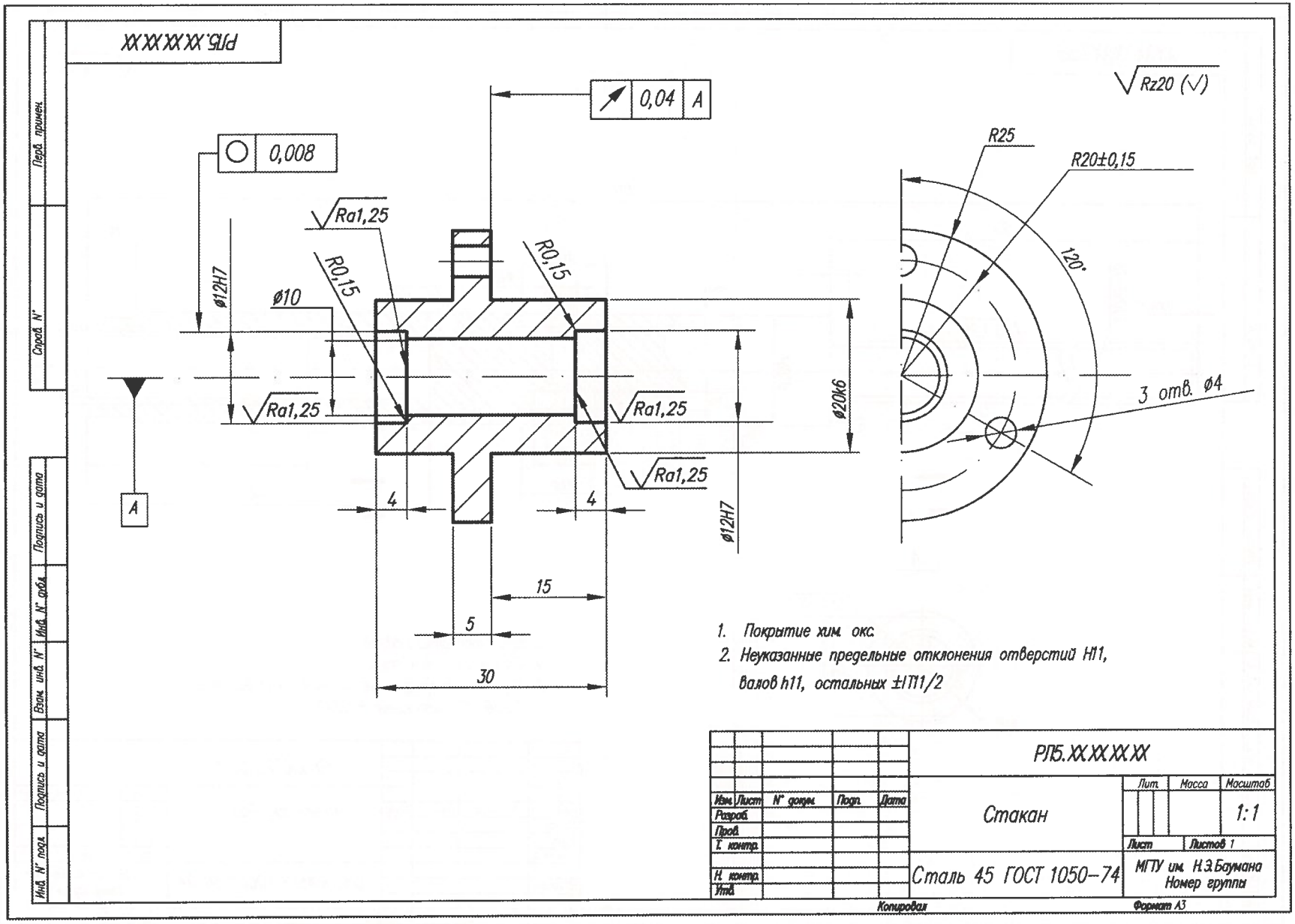

РПБ.ХХХХХХ
Перв. примен.
Справ. №
Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.
0,04 A
0,008
Ra1,25
R0,15
ø12H7
ø10
Ra1,25
R0,15
Ra1,25
Ra1,25
ø20k6
ø12H7
4
4
15
5
30
A
Rz20 (√)
R25
R20±0,15
120°
3 отв. ø4
1. Покрытие хим. окс.
2. Неуказанные предельные отклонения отверстий H11,
валов h11, остальных ±IT11/2
РПБ.ХХХХХХ
Стакан
Лит.
Масса
Масштаб
1:1
Лист
Листов 1
Сталь 45 ГОСТ 1050–74
МГТУ им. Н.Э.Баумана
Номер группы
Изм. Лист № докум. Подп. Дата
Разраб.
Пров.
Т. контр.
Н. контр.
Утв.
Копировал
Формат А3

Рис. П1.34

ВЫБОР ДОПУСКОВ И ПОСАДОК. ПРЕДЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ РАЗМЕРОВ

В РФ принята Единая система допусков и посадок (ЕСДП) по ГОСТ 25347–82 (табл. П2.1–П2.5). В основу стандартов положена международная система допусков и посадок ИСО. Номинальный размер деталей получают из кинематических, динамических и прочностных расчетов или выбирают из конструктивных, технологических, эстетических и других соображений. Полученный расчетом размер детали округляют и заменяют ближайшим стандартным значением. Например, диаметр вала округляют в большую сторону до диаметра отверстия подшипника качения. Относительно номинального размера определяют предельные отклонения, необходимые для обеспечения заданной точности изготовления (табл. П2.6, П2.7). Для соединения деталей помимо указанной на рабочих чертежах точности их изготовления необходимо иметь сведения о характере соединения, т. е. о посадке.

В зависимости от взаимного расположения полей допусков вала и детали с отверстием различают посадки с зазором, с натягом и переходные. Посадки могут выполняться в системе вала или отверстия. Систему отверстия применяют преимущественно в случаях, когда можно получить экономию за счет сокращения ассортимента режущего инструмента для обработки отверстий. Систему вала широко применяют в случаях, если используется цельнотянутый прутковый материал, не требующий поверхностной обработки.

На выбор системы также влияет характер посадок и последовательность их расположения на одном валу. При использовании покупных изделий систему посадок выбирают в соответствии с применяемой покупной деталью или сборочной единицей. Например, посадку шарикоподшипника на вал всегда выполняют в системе отверстия, а в корпус — в системе вала.

При назначении квалитетов помимо эксплуатационных требований необходимо учитывать также производственные возможности и себестоимость изготовления деталей. Назначение высоких квалитетов требует особых обоснований.

Таблица П2.1

Допуски для размеров до 500 мм (по ГОСТ 25346–89, ГОСТ 25348–82 и ГОСТ 26175–84)

Номинальные размеры, мм	Квалитет																			
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14**	15**	16**	17**	18***	19***
	Обозначение допуска																				
	IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18	IT19
	Допуск, мкм													Допуск, мм							
До 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	5	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1,0	1,4	2,3
Свыше 3 до 6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8	3,0
» 6 » 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2	3,6
» 10 » 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7	4,3
» 18 » 30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3	5,2
» 30 » 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1,0	1,6	2,5	3,9	6,2
» 50 » 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3,0	4,6	7,4
» 80 » 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	100	160	250	0,4	0,63	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	10,0
» 120 » 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2	11,5
» 180 » 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1	13,0
» 250 » 315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9	14,0
» 315 » 400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4,0	6,3	9,7	15,5
» 400 » 500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1,0	1,4	2,3

* Число единиц допуска указано для размеров св. 500 мм. Для размеров до 500 мм допуски в квалитетах от 01-го до 4-го определены по следующим формулам: $IT01 = 0{,}3 + 0{,}008D_и$; $IT0 = 0{,}5 + 0{,}012D_и$; $IT1 = 0{,}8 + 0{,}020D_и$; $IT2 = \sqrt{IT1 \times IT3}$; $IT3 = \sqrt{IT1 \times IT5}$; $IT4 = \sqrt{IT3 \times IT5}$ (IT — в мкм; $D_и$ — в мм).

** Квалитеты 14 – 17 для размеров менее 1 мм не предусмотрены.

*** Допуски по 19-му квалитету приведены дополнительно.

Таблица П2.2

Основные ряды нормальных линейных размеров от 1 до 500 мм

R5	*R10*	*R20*	*R40*	*R5*	*R10*	*R20*	*R40*
1,0	1,0	1,0	1,0	4,0	4,0	4,0	4,0
			1,05				4,2
		1,1	1,1			4,5	4,5
			1,15				4,8
	1,2	1,2	1,2		5,0	5,0	5,0
			1,3				5,3
		1,4	1,4			5,6	5,6
			1,5				6,0
1,6	1,6	1,6	1,6	6,3	6,3	6,3	6,3
			1,7				6,7
		1,8	1,8			7,1	7,1
			1,9				7,5
	2,0	2,0	2,0		8,0	8,0	8,0
			2,1				8,5
		2,2	2,2			9,0	9,0
			2,4				9,5
2,5	2,5	2,5	2,5				
			2,6				
		2,8	2,8				
			3,0				
	3,2	3,2	3,2				
			3,4				
		3,6	3,6				
			3,8				

Примечание. Стандарт предусматривает основные ряды размеров в интервалах от 0,01 до 0,95 мм и свыше 500 до 2500 мм, а также дополнительные линейные размеры.

Таблица П2.3

Предельные отклонения предпочтительных полей допусков валов

Интервалы размеров, мм	Поля допусков													
	g6	*h6*	*js6*	*k6*	*n6*	*p6*	*r6*	*s6*	*f7*	*h7*	*e8*	*h8*	*d9*	*h9*
	Предельные отклонения, мкм													
От 1 до 3	–2 –8	0 –6	+3,0 –3,0	+6 0	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	–6 –16	0 –10	–14 –28	0 –14	–20 –45	0 –25
Свыше 3 до 6	–4 –12	0 –8	+4,0 –4,0	+9 +1	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	–10 –22	0 –12	–20 –38	0 –18	–30 –60	0 –30
» 6 » 10	–5 –14	0 –9	+4,5 –4,5	+10 +1	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	–13 –28	0 –15	–25 –47	0 –22	–40 –76	0 –36
» 10 » 18	–6 –17	0 –11	+5,5 –5,5	+12 +1	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28	–16 –34	0 –18	–32 –59	0 –27	–50 –93	0 –43
» 18 » 30	–7 –20	0 –13	+6,5 –6,5	+15 +2	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	–20 –41	0 –21	–40 –73	0 –33	–65 –117	0 –52
» 30 » 50	–9 –25	0 –16	+8,0 –8,0	+18 +2	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43	–25 –50	0 –25	–50 –89	0 –39	–80 –142	0 –62
» 50 » 65	–10	0	+9,5	+21	+39	+51	+60 +41	+72 +53	–30	0	–60	0	–100	0
» 65 » 80	–29	–19	–9,5	+2	+20	+32	+62 +43	+78 +59	–60	–30	–106	–46	–174	–74
» 80 » 100	–12	0	+11	+25	+45	+59	+73 +51	+93 +71	–36	0	–72	0	–120	0

Таблица П2.4

Предельные натяги и зазоры в посадках деталей на вал

Интервал диаметров, мм	Поле допуска вала														
	f6	*g6*	*h5*	*h6*	*js5*	*j5*	*js6*	*j6*	*k5*	*k6*	*m5*	*m6*	*n5*	*n6*	*p6*
	Предельные натяги и зазоры в посадке, мкм														
До 3	2 –12	6 –8	8 –4	8 –6	10 –2	10 –2	11 –3	12 –2	12 0	14 0	14 2	16 2	16 4	18 4	20 6
Свыше 3 до 6	–2 –18	4 –2	8 –5	8 –8	10,5 –2,5	11 –2	12 –4	14 –2	14 1	17 1	17 4	20 4	21 8	24 8	28 12
» 6 » 10	–5 –22	3 –14	8 –6	8 –9	11 –3	12 –2	12,5 –4,5	15 –2	15 1	18 1	20 6	23 6	24 10	27 10	32 15
» 10 » 18	–8 –27	2 –17	8 –8	8 –11	12 –4	13 –3	13,5 –5,5	16 –3	17 1	20 1	23 7	26 7	28 12	31 12	37 18
» 18 » 30	–10 –33	3 –20	10 –9	10 –13	14,5 –4,5	15 –4	16,5 –6,5	19 –4	21 2	25 2	27 8	34 8	34 15	38 15	45 22

Таблица П2.5

Предельные отклонения предпочтительных полей допусков отверстий

Интервалы размеров, мм	Поля допусков									
	*H*7	J_s7	*K*7	*N*7	*P*7	*F*8	*H*8	*E*9	*H*9	*H*11
	Предельные отклонения, мкм									
Свыше 1 до 3	+10 0	+5 –5	0 –10	–4 –14	–6 –16	+20 +6	+14 0	+30 +14	+25 0	+60 0
» 3 » 6	+12 0	+6 –6	+3 –9	–4 –16	–8 –20	+28 +10	+18 0	+50 +20	+30 0	+75 0
» 6 » 10	+15 0	+7 –7	+5 –10	–4 –19	–9 –24	+35 +13	+22 0	+61 +25	+36 0	+90 0
» 10 » 18	+18 0	+9 –9	+5 –12	–5 –23	–11 –29	+43 +16	+27 0	+75 +32	+43 0	+110 0
» 18 » 30	+21 0	+10 –10	+6 –15	–7 –28	–14 –35	+53 +20	+33 0	+92 +40	+52 0	+130 0
» 30 » 50	+25 0	+12 –12	+7 –18	–8 –38	–17 –42	+64 +25	+39 0	+112 +50	+62 0	+160 0
» 50 » 80	+30 0	+15 –15	+9 –21	–9 –39	–21 –51	+76 +30	+46 0	+134 +60	+74 0	+190 0
» 80 » 120	+35 0	+17 –17	+10 –25	–10 –45	–24 –59	+90 +36	+54 0	+159 +72	+87 0	+220 0

Таблица П2.6

Предельные натяги и зазоры в посадках деталей с отверстием

Интервал диаметров, мм	Поле допуска отверстия в корпусе																	
	*E*6	*G*7	*H*6	*H*7	*H*8	*H*9	J_S6	*J*6	J_S7	*J*7	*K*6	*K*7	*M*6	*M*7	*N*6	*N*7	*P*6	*P*7
	Предельные натяги и зазоры в посадке, мкм																	
Свыше 3 до 6	–20 –46	–4 –24	0 –16	0 –20	0 –26	0 –38	4 –12	3 –13	6 –14	6 –14	6 –10	9 –11	9 –7	12 –8	13 –3	16 –4	17 1	20 0
» 6 » 10	–25 –55	–5 –28	0 –17	0 –23	0 –30	0 –44	4,5 –12,5	4 –13	7 –15	7 –16	7 –10	10 –13	12 –5	15 –8	16 –1	19 –4	21 4	24 1
» 10 » 16	–32 –67	–6 –32	0 –19	0 –26	0 –35	0 –51	5,5 –13,5	5 –14	9 –17	8 –18	9 –10	12 –14	15 –4	16 –8	20 1	23 –3	26 7	29 3
»16 » 30	–40 –82	–7 –37	0 –22	0 –30	0 –42	0 –61	6,5 –15,5	5 –17	10 –19	9 –21	11 –11	15 –15	17 –5	21 –9	24 2	28 –2	31 9	35 5
» 30 » 50	–50 –100	–9 –45	0 –27	0 –36	0 –50	0 –73	8 –19	6 –21	12 –23	11 –25	13 –14	18 –18	20 –7	25 –11	28 1	33 –3	37 10	42 6

Таблица П2.7

Рекомендуемые посадки в системе отверстия от 1 до 500 мм

Характер соединения	Система отверстия	Система вала
	С зазором	
Медленные перемещения и повороты деталей для установки, регулировки, центрирования и т. п.	$\frac{H7}{h6}$ $\frac{H7}{g6}$ $\frac{H8}{h9}$ $\frac{H7}{g6}$ $\frac{H8}{h7}$ $\frac{H7}{g6}$ $\frac{H12}{g12}$	$\frac{H7}{h6}$ $\frac{H8}{h8}$ $\frac{H9}{h9}$ $\frac{H11}{h11}$ $\frac{H12}{h12}$
Неподвижные соединения с применением фиксирующих устройств, разбираемых для осмотра, ремонта, замены деталей и т. п.	$\frac{H7}{f7}$ $\frac{H7}{e7}$ $\frac{H8}{e8}$ $\frac{H8}{d9}$ $\frac{H9}{d9}$ $\frac{H11}{c11}$ $\frac{H11}{d11}$ $\frac{H11}{b6}$ $\frac{H12}{b12}$ $\frac{H7}{e8}$	$\frac{F8}{h8}$ $\frac{F9}{h9}$ $\frac{F8}{h6}$ $\frac{F11}{h12}$ $\frac{F9}{h8}$
	Переходные	
Вращение валов в опорах скольжения со смазкой	$\frac{H6}{r5}$ $\frac{H6}{j_s5}$ $\frac{H6}{m5}$ $\frac{H6}{n5}$	$\frac{J_s6}{h6}$ $\frac{K6}{h6}$ $\frac{M6}{h5}$ $\frac{N5}{h5}$
Соединения, в которых требуется относительно большой зазор	$\frac{H7}{j_s6}$ $\frac{H7}{k6}$ $\frac{H7}{m6}$ $\frac{H7}{n6}$	$\frac{J_s7}{h6}$ $\frac{K7}{h6}$ $\frac{M7}{h6}$ $\frac{N7}{h6}$
Соединения для обеспечения хорошего центрирования деталей	$\frac{H8}{j_s7}$ $\frac{H8}{k7}$ $\frac{H8}{m7}$ $\frac{H8}{n7}$	$\frac{J_s8}{h7}$ $\frac{K8}{h7}$ $\frac{M8}{h7}$ $\frac{N8}{h7}$
	С натягом	
Неподвижные соединения, не подлежащие разъему	$\frac{H6}{p5}$ $\frac{H6}{r5}$ $\frac{H7}{p6}$ $\frac{H7}{r6}$ $\frac{H7}{s6}$ $\frac{H7}{u7}$ $\frac{H8}{u8}$ $\frac{H7}{s7}$	$\frac{P5}{h5}$ $\frac{P7}{h7}$ $\frac{R7}{h6}$ $\frac{S7}{h6}$ $\frac{T7}{h6}$ $\frac{U8}{h7}$

ОСОБЕННОСТИ НАЗНАЧЕНИЯ ДОПУСКОВ И ПОСАДОК ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ И СКОЛЬЖЕНИЯ

Подшипники качения

Присоединительными размерами подшипника качения являются внешний диаметр наружного кольца и диаметр отверстия внутреннего кольца. При вращающемся вале посадка внутреннего кольца на вал осуществляется с натягом, а наружного кольца в корпус — с зазором. Для обеспечения неподвижных соединений применяют переходные посадки, обеспечивающие легкий монтаж-демонтаж, необходимый для осмотра, промывки или замены подшипника. При выборе класса точности подшипников руководствуются следующими соображениями: если точность вращения вала с опорами на подшипниках качения не имеет большого значения, а нагрузка и скорости средние, применяют подшипники нулевого класса точности; при высоких требованиях к точности вращения вала и средних скоростях — 6-го и 5-го классов точности; в точных приборах и при высоких скоростях вращения — 4-го и 2-го классов точности. Выбор посадок зависит от характера нагружения колец. Поля допусков валов и отверстий для соединения их с шарикоподшипниками в зависимости от классов (ГОСТ 520–71), а также предельные натяги и зазоры в посадках подшипников определенного класса точности приведены в табл. П3.1–П3.4.

Обозначение полей допусков внешнего кольца располагают внутри кольца подшипника и записывают как *l*0, *l*6, *l*5, *l*4, *l*2; обозначение полей допусков внутреннего кольца располагают внутри отверстия (тело вала) и записывают как *L*0, *L*6, *L*5, *L*4, *L*2 (цифры в обозначении соответствуют классу точности подшипника). Примеры простановки посадок на подшипниковый узел приведены в приложении 1.

Подшипники скольжения

Основные геометрические параметры некоторых подшипников скольжения и коэффициенты трения для наиболее употребляемых пар сочетания материалов приведены в табл. П3.5–П3.8.

Для сопряжения цапф с подшипниками скольжения посадки назначают обычно по системе отверстия: *H*7/*f*7, *H*7/*e*6, *H*9/*e*8, *H*9/*d*9 в зависимости от применяемой марки смазки, требований к точности и пр. (см. табл. П2.7).

Таблица П3.1

Примеры применения полей допусков валов и отверстий (корпусов) для посадок подшипников качения

Наименование узла, прибора	Посадка подшипника					
	внутреннего кольца на вал			наружного кольца в корпус		
	Вид нагружения кольца	Режим работы	Поле допуска вала	Вид нагружения кольца	Режим работы	Поле допуска отверстия в корпусе
Ролики лентопротяжных механизмов	Местное	Легкий	*g*6	Циркуляционное	Нормальный	*J*7
		Нормальный	*h*6		Тяжелый	*M*7, *J*6, *P*7
Электроприборы	Циркуляционное	Легкий и нормальный	*j*6, *j*5	Местное	Нормальный	*J*7, *J*6
Приводы, зубчатые колеса, червячные передачи	Циркуляционное		*j*6		Легкий и нормальный	*J*7, *J*6
	Местное		*j*6, *h*6	Циркуляционное		*K*7, *M*7

Таблица П3.2

Рекомендуемые поля допусков валов и отверстий (корпусов) для соединения с подшипниками качения

Вид нагружения кольца	Поля допусков	
	валов	отверстий
	при нагружении	
	внутреннего кольца	наружного кольца
Местное	*h*6, *j*6, *j*5	*H*7, *H*8, *J*7, *J*6
Циркуляционное	*k*6, *m*6, *n*6, *k*5, *m*5, *n*5	*K*7, *M*7, *N*7, *K*6, *M*6, *N*6, *P*7
Колебательное	*j*6, *j*5	*J*7, *J*6

Таблица П3.3

Для допусков валов и отверстий для соединения с подшипниками

Посадки	Поля допусков и отверстий к подшипникам классов точности	
	P5, *P4* и *P2*	*p0* и *p6*
С натягом*	—	*p7*
Переходные	*n5*, *N6* *m5*, *M6* *k5*, *K6* *j5*, *J6*	*n6*, *N7* *m6*, *M7* *k6*, *K7* *j6*, *J7*
С зазором	*h5*, *H6* *g5*, *G6* —	*h6*, *H7* *h8*, *H8* *g6*, *G7* *f7*, *F8*

* Для тонкостенных корпусов.

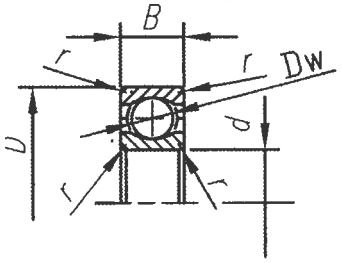


Таблица П3.4

Параметры радиальных однорядных шарикоподшипников

Условное обозначение	Основные размеры, мм					z	*C*, Н	C_0, Н	$n_{пр}$, тыс. об/мин для СМ		Масса, г
	d	*D*	*B*	*r*	D_w				п	ж	
Серия диаметров 8											
1000084	4	9	2,5	0,2	1,300	9	420	190	31,5	40	0,7
1000085	5	11	3	0,3	1,588	9	635	280	40	48	1,2
1000088	8	16	4	0,4	2,000	10	980	500	25	31,5	3,4

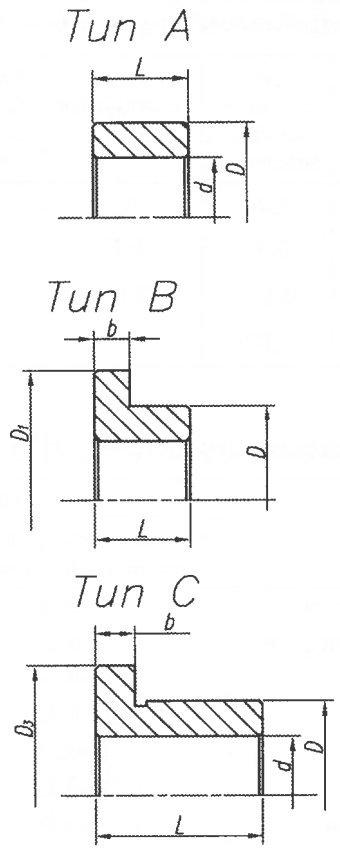
Окончание табл. П3.4

Условное обозначение	Основные размеры, мм					z	*C*, Н	C_0, Н	$n_{пр}$, тыс. об/мин для СМ		Масса, г
	d	*D*	*B*	*r*	D_w				п	ж	
Серия диаметров 9											
1000091	1	4	1,6	0,2	0,680	6	200	30	31,5	40	0,1
1000092	2	6	2,3	0,2	1,000	7	220	90	31,5	40	0,4
1000093	3	8	3	0,2	1,588	6	440	200	31,5	40	0,7
1000094	4	11	4	0,3	2,000	7	750	350	31,5	40	2,0
1000095	5	13	4	0,4	2,000	8	850	400	31,5	40	2,5
1000096	6	15	5	0,4	2,381	8	1160	570	31,5	40	4,0
1000097	7	17	5	0,5	3,000	7	1580	790	25	31,5	5,0
1000098	8	19	6	0,5	3,000	8	1750	900	25	31,5	8,0
1000099	9	20	6	0,5	3,500	7	2100	1070	25	31,5	8,0
1000900	10	22	6	0,5	3,969	7	2620	1380	25	31,5	9,0
Серия диаметров 8											
2000154	1,5	4	1,7	0,1	0,680	7	140	39	36	43	0,1
2000083	3	7	2,5	0,3	1,300	7	450	147	36	43	0,4
2000087	7	14	4	0,3	2,000	9	1170	440	36	43	2,6
Серия диаметров 1											
13	3	9	3	0,3	1,588	6	410	190	36	43	1,0
17	7	19	6	0,5	3,969	6	2240	1180	25	31,5	7,0
18	8	22	7	0,5	3,969	7	2600	1380	25	31,5	12,0
100	10	26	8	0,5	4,763	7	3000	2000	25	31,5	19,0
Серия диаметров 2											
23	3	10	4	0,3	1,588	7	500	220	31,5	40	1,6
24	4	13	5	0,4	2,381	6	920	430	31,5	40	3,0
25	5	16	5	0,5	3,175	6	I500	760	31,5	40	5,0
26	6	19	6	0,5	3,969	6	2210	1180	25	31,5	8,0
27	7	22	7	0,5	3,969	7	2560	1380	25	31,5	13,0
28	8	24	7	0,5	3,969	7	2620	—	25	31,5	19,0
29	9	26	8	1,0	4,763	7	3570	2000	25	31,5	19,0
Серия диаметров 3											
34	4	16	5	0,5	1,588	7	1 450	740	36	43	5,0
35	5	19	6		3,969	6	21 700	11 800	25	31,5	8,0

Примечание. *z* — число шариков, D_w — диаметр шариков, п — пластическая смазка, ж — жидкостная смазка.

Таблица П3.5

Размеры втулок подшипников скольжения из спекаемых материалов (ГОСТ 24833 — 81*), мм



d	*D*	D_1	D_s	*L*			*b*	*l*
				Тип *A*	Тип *B*	Тип *C*		
1	3	5	3	1	2	2	1	0,6
1,5	4	6	4,5	1	2	3	1	0,9
2	5	8	5	2	3	3	1,5	0,9
2,5	6	9	6	2	3	4	1,5	1
3	6	9	8	3	4	6	1,5	2
4	8	12	10	3	3	8	2	2
5	9	13	12	4	4	9	2	3
6	10	14	14	4	4	10	2	3,5
7	11	15	16	5	5	11	2	4
8	12	16	16	6	6	11	2	4
9	14	19	18	6	6	12	2,5	4
10	16	22	22	8	8	14	3	5

Примечания: 1. Даны значения *D* и *L* только первого наиболее предпочтительного ряда.

2. Предельные отклонения диаметра *d* по *H*7, *D* по *r*7, D_s по *h*11, длины *L* — по *h*13.

3. Условное обозначение втулки типа *A* с размерами *d* = 2,5 мм, *D* = 6 мм, *L* = 2 мм; втулка *A* 2,5/6×2 ГОСТ 24833–81.

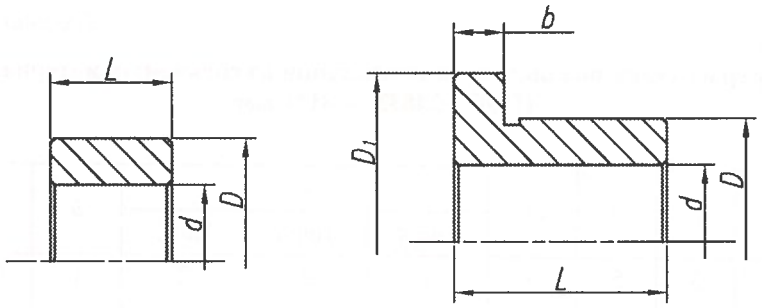


Таблица П3.6

Размеры металлических втулок (ГОСТ 1978–81), мм

d	D	D_1	L	b	c
3	5	8	3	2	0,2
4	7	10	4		
5	8	12	5		
6	10	14	6	3	0,3
8	12	18	6		
10	14	20	6		
12	16	22	10		0,5
14	18	25	10		

Примечания: 1. См. примечание к табл. 9.32.

2. Условное обозначение втулки типа *B* с размерами $d = 4$ мм, $D = 7$ мм, $L = 4$ мм — *Втулка B 4/7 × 4 ГОСТ 1978–81.*

3. Предельные отклонения диаметра d по $F7$, D — по $r6$, D_1 — по $d11$, длины L — по $h13$.

Таблица П3.7

Коэффициенты трения скольжения наиболее употребляемых пар «сталь — пластмасса»

Пара трения	Отсутствие смазочного материала	Смазывание водой	Смазывание вазелиновое подшипниковое масло	Несущая способность, МПа
Капрон — сталь 40Х	0,46	0,3	0,22–0,08	0,05–0,07
Нейлон — сталь 40Х	0,43	0,21	0,18	0,7
Полиэтилен — сталь	0,137	0,137	0,115	—
Фторопласт-4 — сталь	0,049	—	0,027	0,28–0,35

Таблица П3.8

Значение параметров f, $[p]$, $[pv]$

Материалы пар трения	Параметр		
	Удельный коэффициент трения скольжения f	$[p]$, МПа	$[pv]$, МПа·м/с
Сталь — закаленная сталь	0,16–0,18	15	—
Сталь — бронза оловянистая	0,15–0,16	4–6	2
Сталь — латунь	0,14–0,19	3–5	1,5
Сталь — фторопласт	0,20–0,25	3–6	2–4
Сталь — нейлон	0,20–0,25	4–5	0,2–0,3
Сталь — бакелиты	0,20–0,25	4–7	3–5
Сталь — дюралюминий	0,17–0,19	—	—
Сталь — агат, рубин, корунд	0,13–0,15	1,5	—

Примечание. $[p]$ — допустимое контактное давление; $[pv]$ — произведение допустимого контактного давления и допустимой скорости скольжения.

ОБОЗНАЧЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ, ОТКЛОНЕНИЕ ФОРМЫ И РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ЧЕРТЕЖАХ

Параметры и характеристики шероховатости поверхности определены ГОСТ 2789–73, обозначения шероховатости — ГОСТ 2.309–73 (рис. П4.1). Наиболее распространенными параметрами шероховатости являются среднее арифметическое отклонение профиля *Ra* и высота неровностей профиля по десяти точкам *Rz*. Для этих параметров установлены диапазоны значений в 14 классах шероховатости поверхности. Шероховатость поверхностей деталей из металлов, пластмасс и других материалов указывается числовыми значениями под одним из графических знаков (ГОСТ 2.309–73) (рис. П4.2).

Если для всех поверхностей детали установлены одни и те же требования к шероховатости, то общий знак шероховатости ставят в правом верхнем углу чертежа. Там же указывают преобладающую (по числу поверхностей) шероховатость поверхности (см. приложение 1, рис. П1.21–П1.34).

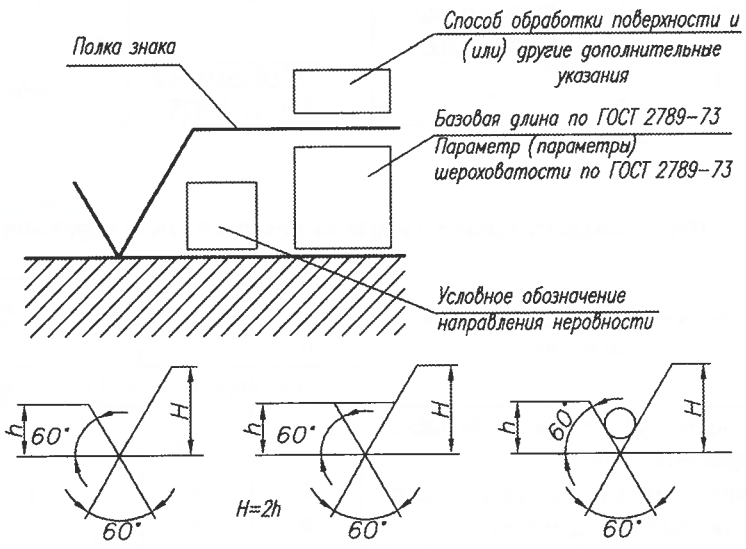


Рис. П4.1

Параметры шероховатости выбираются в соответствии с функциональным назначением сопряжения и технологическими возможностями. С учетом себестоимости изготовления прибора следует применять более низкие классы шероховатости, допускаемые конструктивными требованиями. При обработке со снятием стружки весьма важным показателем является твердость поверхности. Так, для деталей из сталей высокие классы шероховатости можно получить при твердости не ниже 30…35 HRC. Так как обработать отверстие труднее, чем вал, то назначают различные классы шероховатости сопрягаемых поверхностей: у отверстия на один-два класса ниже.

Степень точности определяется не только отклонениями их размеров, но и отклонениями формы и расположением их поверхностей по ГОСТ 24642–81. Эти отклонения должны быть установлены для всех размеров (табл. П4.1–П4.15). Если предельные отклонения формы и расположения поверхностей допустимы в пределах всего поля допуска на размер, то они на чертежах не оговариваются. Во всех других случаях предельные отклонения формы и расположения поверхностей должны быть оговорены на чертежах (см. приложение 1, рис. П1.21–П1.34).

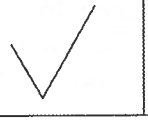
Знак (ГОСТ 2.309–73)	Назначение
	Обозначают шероховатость поверхности, которая должна быть образована удалением материала, например, – точением, фрезерованием и т.д.
	Используют для указания шероховатости поверхности, подлежащей образованию без удаления материала, – литьем, ковкой, прессованием, волочением и т.д.
	Обозначают шероховатость поверхности, метод образования которой конструктором не указывается

Рис. П4.2

Отклонения формы. К комплексным отклонениям формы плоских поверхностей относятся отклонения от прямолинейности и плоскостности. Частными показателями неплоскостности и непрямолинейности поверхностей являются выпуклость и вогнутость. К комплексным отклонениям формы цилиндрических поверхностей относятся отклонение от цилиндричности, круглости и отклонение профиля продольного сечения.

Отклонение расположения поверхностей. Различают следующие виды отклонений расположения поверхностей: отклонение от параллельности (непараллельность); отклонение от перпендикулярности (неперпендикулярность); отклонение от наклона (плоскости, оси, линии), отклонение от соосности (несоосность); отклонение от симметричности (несимметричность); позиционное отклонение (смещение от номинального расположения элемента, точки, линии, плоскости); отклонение от пересечения осей (непересечение). Суммарным отклонением формы и расположения поверхности являются радиальное и торцевое биения.

Допуски расположения охватывающих и охватываемых поверхностей могут быть зависимыми и независимыми. Предельные отклонения формы и расположения поверхностей указывают на чертежах в виде условных обозначений или текстовых записей в соответствии с ГОСТ 2.308–79 (табл. П4.14).

При условном обозначении данные о допусках формы и расположения поверхностей указывают в прямоугольной рамке, разделенной на две и более части, в которых помещают:

– в первой — знак допуска;

– во второй — числовое значение допуска в миллиметрах;

– в третьей и последующих — буквенное обозначение базы (баз) или буквенное обозначение поверхностей, с которыми связан допуск.

Рамку соединяют с линией контура нормируемой поверхности или с ее продолжением тонкой линией со стрелкой. Направление отрезка линии со стрелкой должно соответствовать направлению линии измерения отклонения. Если базовый элемент неудобно соединить с рамкой, то базу обозначают прописной буквой и вместо зачерненного треугольника ставят стрелку. Значение предельного отклонения, указанное в рамке, относится ко всей длине поверхности. Если допускаемое отклонение относится к ограниченному участку длины или поверхности, то этот участок указывают после величины отклонения через разделительную наклонную линию.

Примеры обозначения на чертежах допусков отклонений формы и расположения поверхностей деталей приведены в табл. П4.15.

Таблица П4.1

Числовые значения диапазонов *Ra* и *Rz* в 14 классах шероховатости поверхности (по ГОСТ 2789–73)

Классы шероховатости	*Ra*	*Rz*	Базовая длина *l*, мм
	мкм		
1 2 3	—	От 320 до 160 » 160 » 80 » 80 » 40	8
4 5	—	От 40 до 20 » 20 » 10	2,5
6 7 8	От 2,5 до 1,25 » 1,25 » 0,63 » 0,63 » 0,32	—	0,85
9 10 11 12	От 0,320 до 0,160 » 0,160 » 0,080 » 0,080 » 0,040 » 0,040 » 0,020	—	0,25
13 14	—	От 0,100 до 0,050 » 0,050 » 0,025	0,08

Таблица П4.2

Шероховатость элементов зубьев колес и витков червяков

Элементы поверхности зубьев (витков)	Степень точности по нормам плавности работы передачи			
	6	7	8	9
	Класс шероховатости поверхности			
Профили зубьев цилиндрических и червячных колес	8	7, 8	6, 7	5
Профили зубьев конических колес	8	8	7	5, 6
Профили витков червяков	8	8	7	6

Таблица П4.3

Шероховатость поверхностей под подшипники качения

Класс точности подшипника	Степень шероховатости поверхности (не ниже)							
	вала		торцев заплечиков вала		отверстия корпуса		торцев заплечиков корпуса	
	Номинальные диаметры, мм							
	До 80	Св. 80 до 500	до 80	Св. 80 до 500	До 80	Св. 80 до 500	До 80	Св. 80 до 500
P0	7	6	6	6	7	6	6	6
P6, P5	8	7	7	6	8	7	7	6
P4	9	8	7	6	8	7	7	6

Таблица П4.4

Посадочные поверхности направляющих подшипников скольжения (квалитет: вал — 8–10, отверстие — 7–9)

Поверхность	Скорость, м/с	Класс шероховатости при неплоскостности, мкм на 100 мм				
		До 6	До 10	До 30	До 50	Св. 50
Скольжения	до 0,5	9	8	7	6	5
	св. 0,5	10	9	8	7	6
Качения	до 0,5	10	9	8	7	6
	св. 0,5	11	10	9	8	7

Таблица П4.5

Шероховатость поверхностей разъема корпусов

Соединение	Класс шероховатости соединения	
	с прокладкой	без прокладки
Герметичное	5, 6	7, 8
Негерметичное	4, 5	4, 5

Таблица П4.6

Шероховатость соединений с призматическими и сегментными шпонками

Соединение	Поверхность	Класс шероховатости для		
		шпонки	паза вала	паза втулки
Неподвижное	Рабочая	6	5, 6	5, 6
	Нерабочая	4	4	4
С направляющей шпонкой	Рабочая	6, 7	5, 6	6, 7
	Нерабочая	4	4	4, 3

Таблица П4.7

Шероховатость поверхностей элементов деталей

Элемент детали	Класс шероховатости
Нерабочие торцевые поверхности зубчатых и червячных колес	4–6
Нерабочие поверхности валов и осей	4, 5
Канавки, фаски, выточки, зенковки, закругления и т. п.	4–6
Проходные отверстия под болты, винты, заклепки и т. п.	3
Опорные поверхности пружин сжатия	3, 4
Шкалы, лимбы	7, 8
Концы валов и т. п.	5–7
Рукоятки, кнопки, стержни и т. п.	7–9

Таблица П4.8

Взаимосвязь параметров точности обработки и шероховатости обработанной поверхности

Способ обработки	Квалитет	*Ra*, мкм
Чистовое обтачивание и растачивание	10,9	6,3–1,6
Тонкое растачивание	7, 6	3,2–0,8
Фрезерование:		
чистовое	10–8	5,0–1,6
прецизионное	7	1,6–0,4
Окончательное развертывание	7	3,2–0,8
Протягивание отверстий	8, 7	5,0–1,6
Шлифование:		
чистовое	8, 6	3,2–0,4
прецизионное	6, 5	0,4–0,1
Хонингование, суперфиниширование	6, 5	0,1–0,05

Таблица П4.9

Минимальные требования к шероховатости поверхности в зависимости от допусков размера и формы

Допуск размера по квалитетам	Допуск формы, % от допуска размера	Номинальные размеры, мм			
		До 18	Св. 18 до 50	Св. 50 до 120	Св. 120 до 500
		Значения *Ra*, мкм, не более			
IT5	100	0,4	0,8	1,6	1,6
	60	0,2	0,4	0,8	0,8
	40	0,1	0,2	0,4	0,4
IT6	100	0,8	1,6	1,6	3,2
	40	0,4	0,8	0,8	1,6
	60	0,2	0,4	0,4	0,8
IT7	100	1,6	3,2	3,2	3,2
	60	0,8	1,6	1,6	3,2
	40	0,4	0,8	0,8	1,6
IT8	100	1,6	3,2	3,2	3,2
	60	0,8	1,6	3,2	3,2
	40	0,4	0,8	1,6	1,6
IT9	100 и 60	3,2	3,2	6,3	6,3
	40	1,6	3,2	3,2	6,3
	25	0,8	1,6	1,6	3,2
IT10	100 и 60	3,2	6,3	6,3	6,3
	40	1,6	3,2	3,2	6,3
	25	0,8	1,6	1,6	3,2
IT11	100 и 60	6,3	6,3	12,5	12,5
	40	3,2	3,2	6,3	6,3
	25	1,6	1,6	3,2	3,2
IT12 и IT13	100 и 60	12,5	12,5	25	25
	40	6,3	6,3	12,5	12,5

Таблица П4.10

Шероховатость поверхности и квалитеты (классы точности) литых заготовок деталей

Вид литья	Материал	Размеры заготовок, мм	Значение параметра *Ra*, мкм, не более		Квалитеты, классы точности		
			возможные	оптимальные	Высокая точность	Нормальная точность	Низкая точность
В оболочковые формы	Черные металлы: углеродистая сталь серый чугун	—	12,5–5 6,3–2,5	12,5	1-й класс точности по ГОСТ 2009–55 и ГОСТ 1855–55; 12–14-й квалитеты для мелких деталей		
	Цветные сплавы	От 1 до 260 Св. 260 до 1000	(1,6)–12,5		(11)–13 12–14	14 14, 15	15 15, 16
Под давлением	Цинковые, магниевые и алюминиевые сплавы	—	(0,8)–6,3	6,3	(9)–11	12	14, 15
	Медные сплавы	—			11–13	12–4	15
По выплавляемым моделям	Черные металлы	—	(1,6)–12,5	6,3	4–10-й классы точности по ГОСТ 26645–88; для мелких деталей допустимы 11–13-й квалитеты		
	Цветные металлы	От 1 до 30 Св. 30 до 260 » 260 » 500	1,6–12,5		(10), 11 11–13 12–14	12, 13 12–14 14, 15	14 14, 15 15
Центробежное литье	—	—	3,2–25	12,5	(11)–13	14	15

Таблица П4.11

Допуски цилиндричности, круглости, профиля продольного сечения

Интервал номинальных размеров, мм	Степень точности															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	мкм												мм			
До 3	0,3	0,5	0,8	1,	2	3	5	8	12	20	30	50	0,08	0,12	0,2	0,3
Свыше 3 до 10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
»10 » 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	1,2	0,3	0,5
»18 » 30	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
»30 » 50	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
» 50 » 120	1	1,6	2,5	4	6	10	15	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
» 120 » 250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
» 250 » 400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6

Примечание. Под номинальным размером понимается номинальный диаметр поверхности.

Таблица П4.12

Допуски плоскостности и прямолинейности

Интервал номинальных размеров, мм	Степень точности															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	мкм												мм			
До 10	0,25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	0,06	0,1	0,16	0,25
Свыше 10 до 16	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	0,08	0,12	0,2	0,3
» 16 » 25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
» 25 » 40	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
» 40 » 63	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,4
» 63 » 100	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
» 100 » 160	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
» 160 » 250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
» 250 » 400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6

Примечание. Под номинальным размером понимается номинальная длина нормируемого участка. Если нормируемый участок не задан, то под номинальным размером понимается номинальная длина большей стороны поверхности или номинальный больший диаметр торцевой поверхности.

Таблица П4.13

Допуски параллельности, перпендикулярности, торцового биения

Интервал номинальных размеров, мм	Степень точности															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	мкм												мм			
До 10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
Свыше 10 до 16	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
»16 » 25	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
» 25 » 40	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
» 40 » 63	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
» 63 » 100	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
» 100 » 160	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
» 160 » 250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
» 250 » 400	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5

Примечание. При назначении допусков параллельности и перпендикулярности под номинальным размером понимается номинальная длина нормируемого участка или номинальная длина всей рассматриваемой поверхности, если нормируемый участок не задан. При назначении допусков торцевого биения под номинальным размером понимается заданный номинальный диаметр или номинальный больший диаметр торцевой поверхности.

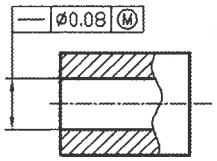
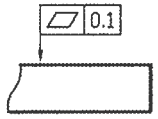
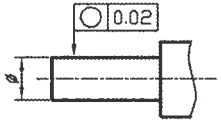
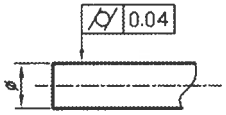
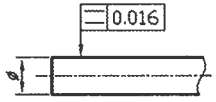
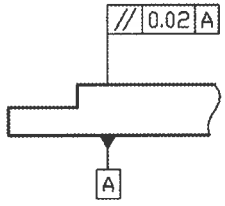
Таблица П4.14

Знаки условного обозначения на чертежах допуска формы и расположения поверхностей по ГОСТ 2.308–79

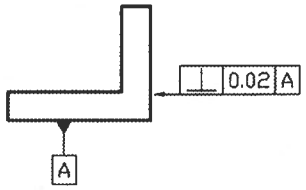
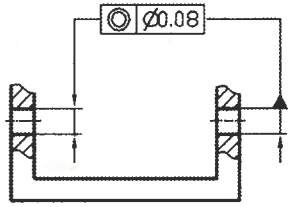
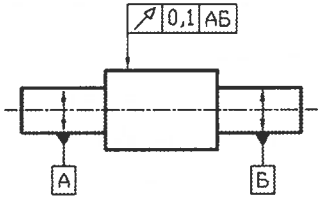
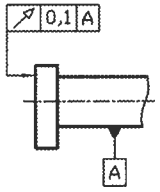
Наименование нормируемого параметра	Условный знак допуска	Наименование нормируемого параметра	Условный знак допуска
Допуск прямолинейности		Допуск профиля продольного сечения	
Допуск плоскостности		Допуск радиального биения, допуск торцевого биения, допуск биения в заданном направлении	
Допуск круглости		Допуск полного радиального биения	
Допуск цилиндричности		Позиционный допуск	
Допуск параллельности		Допуск пересечения осей	
Допуск перпендикулярности		Допуск формы заданного профиля	
Допуск наклона		Допуск формы заданной поверхности	
Допуск соосности			

Таблица П4.15

Примеры указания на чертежах допусков формы и расположения поверхностей

Вид допуска	Указание допусков формы и расположения условными обозначениями	Рекомендуемая степень точности по ГОСТ 24643–61
Допуск прямолинейности		5, 6 — направляющие точных приборов; 7, 8 — разъемы корпусов редукторов
Допуск плоскостности		
Допуск круглости		5, 6 — посадочные поверхности подшипников качения классов *P*0; *P*6; *P*5
Допуск цилиндричности		
Допуск профиля продольного сечения		
Допуск параллельности		5, 6 — трущиеся поверхности; 7, 8 — поверхности деталей, обеспечивающих нормальную точность перемещения

Окончание табл. П4.15

Вид допуска	Указание допусков формы и расположения условными обозначениями	Рекомендуемая степень точности по ГОСТ 24643–61
Допуск перпендикулярности		5 — детали приборов средней точности
Допуск соосности		3, 4 — измерительные приборы; 5 — детали приборов средней точности
Допуск радиального биения		3, 4 — измерительные приборы; 5, 6 — детали, изготовляемые по 6–7-му квалитетам
Допуск торцевого биения		7 — опорные и трущиеся поверхности

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕМЕНТОВ ЗУБЧАТЫХ И ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧ

Основные параметры и размеры прямозубых и косозубых колес для передач внешнего эвольвентного зацепления с модулем 0,15...0,8 мм назначают по ГОСТ 13733–77. Предусмотрено три типа колес: дисковые (тип 1), с односторонней (тип 2) и двусторонней (тип 3) ступицами.

Диаметры посадочных отверстий d, диаметры ступиц D_1, длина ступицы L, ширина зубчатого венца b, выступ ступицы l_1, число зубьев z, а также размеры конструктивных элементов соединения зубчатых колес с валиком приведены в табл. П5.1.

Размеры конструктивных элементов винтового соединения колеса со втулкой приведены в табл. П5.2.

Стандартные числа зубьев колес приведены в табл. П5.3.

Модули зубчатых колес, червяков и колес червячных прямозубых цилиндрических передач приведены в табл. П5.4.

Размеры червячных колес в зависимости от диаметра вала d указаны в табл. П5.5.

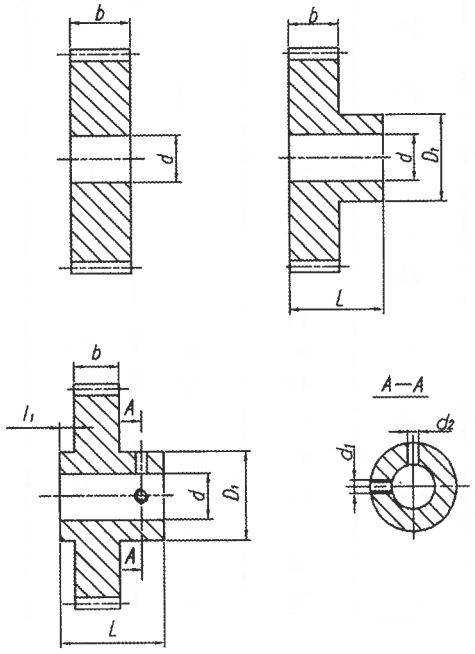


Таблица П5.1

Размеры ступиц мелкомодульных зубчатых колес

d		D_1	L	
1-й ряд	2-й ряд		прямозубых	косозубых
0,8	—	2,5 – 3,0	2 – 4	—
1,0	—	2,5 – 3,0	2 – 4	—
1,2	—	3,0 – 3,5	2 – 4	6 – 8
—	1,4	3,5 – 4,7	2 – 4	6 – 8
1,6		4,0 – 4,5	2 – 6	6 – 8
—	1,8	4,5 – 5,0	2 – 6	8 – 12
2,0	—	4,5 – 5,0	2 – 6	8 – 12
—	2.2	5,0 – 6,0	2 – 6	8 – 12
2,5	—	5,0 – 60	2 – 6	8 – 12
—	2,8	5,0 – 6,0	3 – 6	8 – 12
3,0		5,0 – 6,0	3 – 6	8 – 12
—	3,5	6,0 – 7,0	3 – 10	8 – 12
3,6	—	7,0 – 8,0	3 – 10	8 – 12
4,0	—	7,0 – 8,0	3 – 10	8 – 12
—	4.5	7,0 – 10,0	3 – 10	8 – 12
5,0	—	7,0 – 10,0	6 – 25	8 – 12
—	5,5	8,0 – 10,0	6 – 25	10 – 25
6,0	—	9,0 – 12,0	6 – 25	10 – 25
	7,0	12,0 – 16,0	6 – 25	10 – 25
—	7,5	12,0 – 16,0	6 – 25	10 – 25
8,0	—	12,0 – 18,0	6 – 25	10 – 25
—	9,0	14,0 – 21,0	6 – 25	10 – 40
10,0	—	15,0 – 21,0	6 – 25	10 – 40
12,0	—	20,0 – 25,0	6 – 25	10 – 40
—	13,0	20,0 – 25,0	6 – 25	10 – 40
—	14,0	20,0 – 25,0	6 – 25	10 – 40
—	15,0	20,0 – 30,0	8 – 40	10 – 40

Окончание табл. П5.1

d		D_1	L	
1-й ряд	2-й ряд		прямозубых	косозубых
16,0	—	20,0 – 30,0	8 – 40	10 – 40
—	18,0	25,0 – 30,0	8 – 40	10 – 40
20,0	—	28,0 – 32,0	8 – 40	10 – 40
25,0	—	32,0 – 40,0	8 – 40	10 – 40
—	28,0	36,0 – 40,0	8 – 40	10 – 40

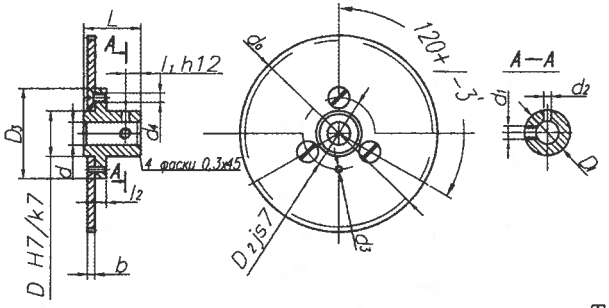


Таблица П5.2

Размеры конструктивных элементов винтового соединения колеса со втулкой, мм

d	D	D_1	D_2	D_3	d_1	$d_2 = d_4$	d_3	l_2	l_1	b	l	L
2,5	6	5	8	12	0,6	M1,6	1,0	1,5	2,5	0,8–1,5	1,5	10
3	7	6	10	14	0,8	M2	1,0	2	2,5	1	2	12
4	8	7	12	16	0,8	M2	1.4	2	3	2	2	12
5	9	8	14	18	1,0	M2	1,4	2	3	2	2	12
0	10	9	18	24	1,4	M3	1,4	2	3	2	3	15
7	12	10	20	26	1,8	M3	1,8	3	4	2	3	15
8	14	12	22	28	1,8	M3	1.8	3	4	2	3	15
9	15	12	24	30	1,8	M3	1,8	3	4	3	3	15
10	16	14	24	30	2,8	M3	1,8	3	5	3	3	15
12	20	18	26	32	2,8	M3	1,8	3	5	3	4	18
14	22	18	26	32	3,8	M4	1,8	3	5	3	4	18
15	25	22	32	40	3,8	M4	1,8	3	6	4	4	18

Окончание табл. П5.2

d	D	D_1	D_2	D_3	d_1	$d_2 = d_4$	d_3	l_2	l_1	b	l	L
16	25	22	32	40	3,8	M4	1,8	3	6	4	4	18
17	28	25	36	44	3,8	M4	2,8	4	6	4	5	24
18	28	25	36	44	3,8	M4	2,8	4	6	4	5	24
20	30	28	42	50	4,8	M5	2,8	4	6	5	5	28

Таблица П5.3

Стандартные числа зубьев колес по ГОСТ 13773–77

1-й ряд	2-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	1-й ряд	2-й ряд
1	2	1	4	5	6	7	8
—	8	34	—	—	61	—	92
—	9	—	35	—	62	95	—
—	10	36		63	—	—	96
—	11	—	37	—	64	—	98
—	12	38		—	65	100	—
—	13	—	39	—	66	—	102
14	—	40	—	67	—	—	103
15	—	—	41	—	68	—	104
16	—	42	—	—	69	—	105
17	—	—	43	70	—	106	—
18	—	—	44	71	—	—	108
19	—	45	—	—	72	—	109
20	—	—	46	—	73	—	110
21	—	48	—	—	74	112	—
22	—	—	49	75	—	—	114
—	23	50	—	—	78	—	115
24	—		51	80		—	116
25	—	—	52	—	81	—	117
26	—	53		—	82	118	—
—	27	—	54	—	83	—	120
28	—	—	55	—	84		122

Окончание табл. П5.3

1-й ряд	2-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	1-й ряд	2-й ряд
—	29	56		85		125	—
30	—	—	58	—	87	—	126
	31	—	59	—	88	—	128
32	—	60	—	90	—	—	130
30	—	—	58	—	87	—	126
—	33	—	—	—	—	—	—

Таблица П5.4

Модули зубчатых колес, червяков и колес червячных цилиндрических передач, мм (по ГОСТ 9563–60 и ГОСТ 19672–74)

Модуль для ряда		Модуль для ряда		Модуль для ряда	
1	2	1	2	1	2
0,05	0,055	[0,315]	0,35	[2,5]	2,75
0,06	0,07	0,35	0,45	3	[3]*
0,08	0,09	[0,4]	0,55	[3,15]*	[3,5]
[0,1]	0,11	[0,5]	[0,6]*	[4]	4,5
0,12	0,14	0,6	[0,7]	[5]	5,5
[0,125]*	[0,15]*	[0,63]*	0,9	6	[6]*
0,15	0,18	[0,8]	1,125	[6,3]*	[7]
[0,16]*	0,22	[1]	1,375	[8]	9
[0,2]	0,28	[1,25]	[1,5]*	[11]	11
[0,2]	0,28	1,5	[1,75]	12	[12]*
[0,25]	[0,3]*	[1,6]*	2,25	[12,5]*	14
0,3	[0,28]	[2]		[16]	18

Примечания: 1. Модули для червячных цилиндрических передач указаны в квадратных скобках. Те же модули, кроме отмеченных звездочкой (например, [0,63]*), используются для зубчатых цилиндрических и конических колес. Размеры, обозначенные звездочкой (*), применяются только для червяков и колес червячных цилиндрических передач.

2. Для прямозубых колес из данной таблицы назначается окружной модуль.

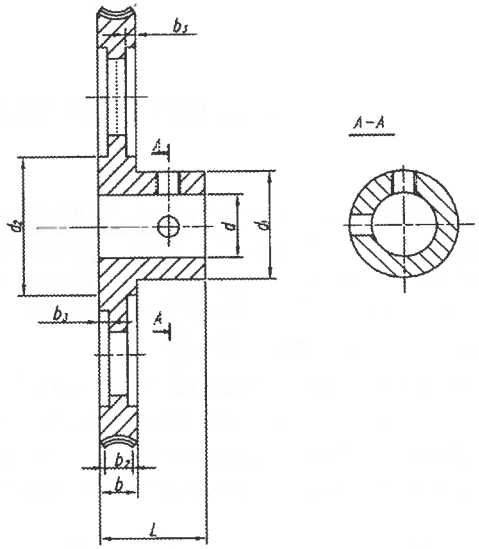


Таблица П5.5

Размеры червячных колес в зависимости от диаметра вала *d*, мм

d	d_1	d_2	*b*		b_2		b_3		*L*	
			при *m*							
			До 0,5	0,6–1	До 0,5	0,6–1	До 0,5	0,6–1	До 0,5	0,6–1
4	8	7	6	8	5,5	7	1,5	2	10	13
5	9	8								
6	10	9							11	
8	13	11							12	14
10	16	14							13	15

ШПОНОЧНЫЕ, ШТИФТОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И УСТАНОВОЧНЫЕ ВИНТЫ

Шпоночные соединения обеспечивают передачу крутящего момента с помощью дополнительного конструктивного элемента — шпонки. В приборостроении преимущественно применяются призматические шпонки по ГОСТ 23360–78 (табл. П6.1) и сегментные шпонки по ГОСТ 24070–80 (табл. П6.2).

Предельные отклонения высоты шпонки: при $h \le 6$ мм — по $h9$; при $h > 6$ мм — по $h11$. Последние можно использовать в качестве направляющих прямолинейного движения. В этом случае допустимо длинную шпонку во избежание ее коробления прикрепить винтами с потайной головкой.

ГОСТ 23360–78 устанавливает следующие поля допусков: на ширину пазов валов и направляющих $H9$, $N9$ и $P9$; на ширину пазов втулок — $D10$, J_s9 и $P9$; на ширину шпонки — $h9$ (табл. П6.3).

Примеры обозначения:

Шпонка 8×7×40 ГОСТ 23360–78 — шпонка призматическая исполнения 1, размер сечения 8×7 мм, длина 40 мм.

Шпонка 2 — 8×7×40 ГОСТ 23360–78— шпонка призматическая, исполнения 2.

Штифтовое соединение. Расположение штифтов в соединяемых деталях представлены на рис. П6.3. Размеры и расположение штифтов в соединяемых деталях приведены в табл. П6.4. Конструкции цилиндрических штифтов представлены на рис. П6.4. Размеры цилиндрических штифтов приведены в табл. П6.5. Поля допусков диаметров цилиндрических штифтов d приведены в табл. П6.6. Конструкции конических штифтов представлены на рис. П6.5. Размеры конических штифтов приведены в табл. П6.7.

Установочные винты предназначены для крепления зубчатых колес, втулок, полумуфт и других конструктивных элементов на валах в случае действия незначительных крутящих моментов.

Конструктивные виды, основные параметры и область применения установочных винтов приведены в табл. П6.8.

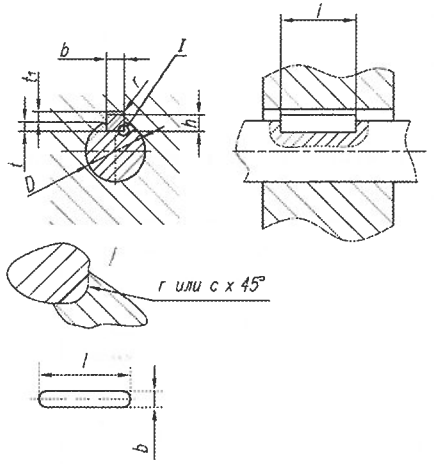


Таблица П6.1

Размеры призматических шпонок и пазов (ГОСТ 23360–78), мм

Диаметр вала D	$b \times h$	t_1	t	c_1 или r_1	c	l
Свыше 6 до 8	2×2	$1{,}2^{+0{,}1}$	$1{,}0^{+0{,}1}$	0,08–0,16	0,16–0,25	6–20
» 8 » 10	3×3	$1{,}8^{+0{,}1}$	$1{,}4^{+0{,}1}$	—	—	6–36
» 10 » 12	4×4	$2{,}5^{+0{,}1}$	$1{,}8^{+0{,}2}$	—	—	8–45
» 12 » 17	5×5	$3{,}0^{+0{,}1}$	$2{,}3^{+0{,}1}$	—	—	10–56
» 17 » 22	6×6	$3{,}5^{+0{,}1}$	$2{,}8^{+0{,}1}$	0,16–0,25	0,25–0,40	14–70
» 22 » 30	8×7	$4{,}0^{+0{,}1}$	$3{,}3^{+0{,}1}$	—	—	18–90

Примечание. Ряд стандартных длин шпонок: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 30, 40, 45, … мм.

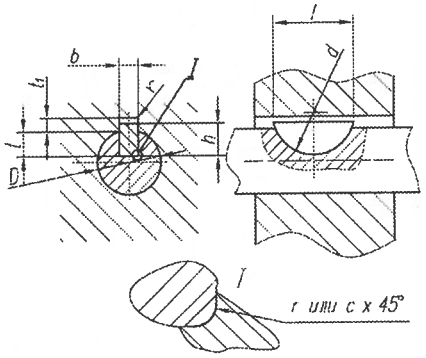


Таблица П6.2

Размеры сегментных шпонок и пазов (ГОСТ 24071–80), мм

D	*b* × *h* × *d*	*t*	t_1
Свыше 3 до 4	1×1,4×3	$1,0^{+0,1}$	$0,6^{+0,1}$
» 4 » 5	1,5×2,6×7	$1,2^{+0,1}$	$0,8^{+0,1}$
» 5 » 6	2×2,6×7	$1,8^{+0,1}$	$1,0^{+0,1}$
» 6 » 7	2×3,7×10	$2,0^{+0,1}$	$1,0^{+0,1}$
» 7 » 8	2,5×3,7×10	$2,7^{+0,1}$	$1,2^{+0,1}$
» 8 » 10	3×5,0×13	$3,8^{+0,2}$	$1,4^{+0,1}$
» 10 » 12	3×6,5×16	$4,3^{+0,2}$	$1,4^{+0,1}$
» 12 » 14	4×6,5 16	$5,0^{+0,2}$	$1,8^{+0,1}$
» 14 » 16	4×7,5×19	$5,3^{+0,2}$	$1,8^{+0,1}$
» 16 » 18	5×6,5×19	$5,5^{+0,2}$	$2,3^{+0,1}$
» 18 » 20	5×7,5×19	$6,0^{+0,3}$	$2,3^{+0,1}$
» 20 » 22	5×10×22	$6,5^{+0,3}$	$2,3^{+0,1}$
» 22 » 25	6×10×22	$7,0^{+0,3}$	$2,8^{+0,1}$
» 25 » 28	6×10×25	$7,5^{+0,3}$	$2,8^{+0,1}$

Примечания: 1. Для валов диаметром D = 3...12 мм $c \geq 0,16$мм, $c = 0,08$ мм, $r \leq 0,25$ мм, $r_1 \leq 0,16$ мм.

2. Для валов диаметром $D > 12$ мм $c \geq 0,25$ мм, $c_1 = 0,16$ мм, $r \leq 0,40$ мм, $r_1 \leq 0,25$ мм.

3. Предельные отклонения: ширины шпонки b по $h9$, высоты h но $h11$, диаметра d по $h12$.

Примеры обозначения:

Шпонка 1,5×2,6 ГОСТ 24071–80 — шпонка сегментная исполнения 1 (не указывается) сечением $b \times h = 1,5 \times 2,6$.

Шпонка 2–1,5×2,6 ГОСТ 24071–80 — то же, исполнения 2.

Таблица П6.2

Предельные отклонения ширины паза и шпонки

Деталь	Вид соединения		
	свободное	нормальное	плотное
	Поле допуска ширины паза и шпонки		
Вал	*H*9	*N*9	*P*9
Ступица	*D*10	*JS*9	*P*9
Шпонка	*h*9	*h*9	*h*9

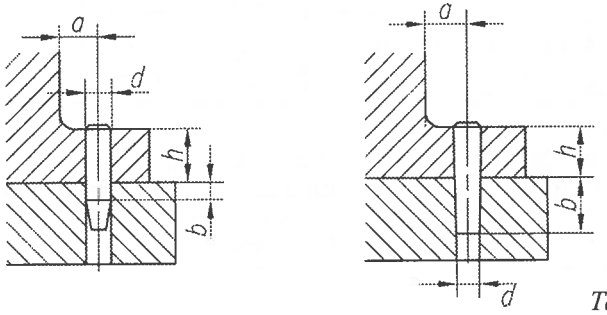


Таблица П6.4

Размеры и расположение штифтов в соединяемых деталях, мм

d	*a*	*h*	*b*	*l*
1	3	2	1	—
1,6	4	3	1	—
2	5	4–6	1	—
2,5	6	6–8	2	3
3	6	10–12	3	3
4	7	14–16	4	4
5	7	16–20	6	5
6	10	20–25	8	6

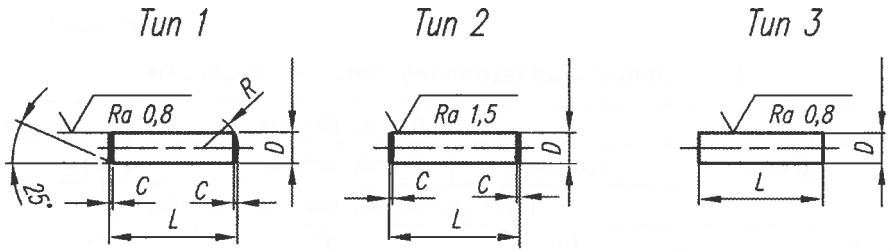


Таблица П6.5

Размеры цилиндрических штифтов (ГОСТ 3128–70), мм

D	*L*	*D*	*L*	*D*	*L*	*D*	*L*
0,6	2,5–8	1,2	2,5–25	2,5	5–50	5	10–55
0,8	2,5–14	1,6	3,0–30	3	6–55	6	12–55
1,0	2,5–16	2	4–40	4	8–55		

Примечания: 1. $R = d$.

2. Длина штифтов L по ряду: 2, 5, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 36, 40, … мм.

3. При d = 0,6…0,8 мм C = 0,1 мм; при d = 1,0…1,2 мм C = 0,2 мм; при d = = 1,6...2 мм C = 0,3 мм; при d = 2,5…3 мм C = 0,5 мм; при d = 4 мм C = 0,6 мм; при d = 5 мм C = 0,8 мм; при d = 6 мм C = 1,0 мм.

Таблица П6.6

Поле допусков диаметра цилиндрических штифтов *d*, мм

Стандарт	Класс точности		
	A	B	C
	Поле допуска диаметра		
ГОСТ 3128–70	*m*6	*h*8	*h*11
ГОСТ 24296–80	*m*6	—	—
ГОСТ 12850–80 ГОСТ 10773–80	—	—	*h*11
ГОСТ 3129–70	*h*10	*h*11	—

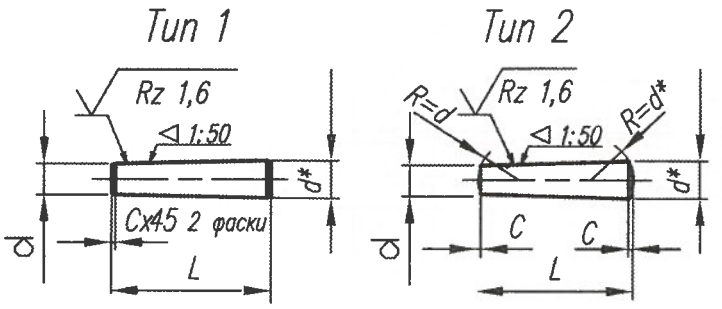


Таблица П6.7

Размеры конических штифтов (ГОСТ 3129–70), мм

d	*c*	*L*	*d*	*c*	*L*
0,6	0,1	4–12	2,5	0,5	10–45
0,8	0,1	4–14	3	0,5	12–15
1,0	0,2	5–16	4	0,6	16–15
1,2	0,2	6–20	5	0,8	20–45
1,6	0,3	6–25	6	1,0	25–45
2	0,3	8–0	—	—	—

Примечания: 1. Длина штифтов L по ряду: 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 25, 30, 35, 40, … мм.

2. $d^* = d + L/50$.

Таблица П6.8

Конструктивные виды установочных винтов

Наименование	Конструкция	Стандарт	Предельные размеры резьбы	Область применения
С коническим концом		ГОСТ 1476–84	М1–М12	Стопорение при небольших усилиях и моментах с засверловкой
С плоским концом		ГОСТ 1477–84	М2–М12	Стопорение при небольших усилиях и моментах с засверловкой
С цилиндрическим концом		ГОСТ 1478–84	М2–М12	Стопорение при значительных усилиях и моментах с засверловкой или пазом
С засверленным концом		ГОСТ 1478–84	М3–М12	Стопорение на нетвердых поверхностях, небольших усилиях и моментах без засверловки
Примечание. Головка фланца прямая или крестообразная.				

МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ НЕКОТОРЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Механические характеристики материалов зависят от химического состава, технологических процессов изготовления заготовки и специальных технологических методов, регулирующих механические характеристики. Применяют следующие основные виды технологических процессов изготовления заготовок и деталей: обработка давлением (холодная и горячая), литье, сварка, обработка резанием, шлифование, термическая обработка. К специальным методам относятся термическая, химико-термическая и механическая упрочняющая обработки.

В табл. П7.1 сведены условные обозначения и единицы измерения физических и общетехнических величин, характеризующих свойства материалов.

Наиболее часто при изготовлении деталей, входящих в конструкции точных приборов, применяют конструкционные стали, так как они обладают высокими механическими свойствами, технологичностью и низкой стоимостью. Механические характеристики сталей могут в значительной степени меняться при использовании специальных методов обработки. Для изготовления самых ответственных деталей приборных конструкций применяют легированные стали, обладающие более высокими механическими и технологическими характеристиками. Механические характеристики и рекомендации по применению конструкционных сталей приведены в табл. П7.2.

Для изготовления упругих элементов применяют углеродистые и легированные стали. Они имеют высокие пределы упругости и текучести, а также высокую релаксационную стойкость. Пружины, работающие при тяжелых динамических нагрузках, изготовляют из сталей с высокими пределами усталости. Механические характеристики и рекомендации по применению материалов для изготовления упругих элементов приведены в табл. П7.3.

Сплавы, обладающие особыми свойствами, имеют повышенную прочность, вязкость и прокаливаемость. Улучшаемые хромоникелевые конструкционные стали с пониженным содержанием никеля обладают высокой пластичностью и вязкостью. Механические характеристики и рекомендации по применению сплавов с особыми свойства приведены в табл. П7.4.

Применение алюминиевых сплавов в приборостроении определяется главным образом их малой плотностью и хорошей коррозийной стойкостью в воздушной атмосфере, в пресной и морской воде. Самые высокопрочные алюминиевые сплавы уступают по прочности сталям, однако по удельной прочности они находятся на уровне самых высокопрочных сталей. Поэтому использование алюминиевых сплавов позволяет при равной прочности уменьшить массу приборов. Эти сплавы неферромагнитны. Химический состав алюминиевых сплавов (марки) устанавливается стандартом: деформируемые сплавы — по ГОСТ 4784–74, литейные сплавы — по ГОСТ 2685–75.

Механические характеристики и рекомендации по применению деформируемых и литейных сплавов, обрабатываемых резанием и давлением, приведены в табл. П7.5, П7.6.

Конструкционные сплавы на основе меди имеют высокую теплопроводность, коррозийную стойкость, полируемость, свариваемость и паяемость. Среди них есть сплавы с высокой обрабатываемостью давлением в холодном и горячем состоянии и сплавы с хорошими литейными свойствами. Многие медные сплавы имеют высокие антифрикционные свойства.

Двойные латуни, обрабатываемые давлением (содержащие медь и цинк), относятся к наиболее пластичным конструкционным материалам. Их выпускают в виде полос, проволоки, труб и прутков и используют для изготовления деталей всеми видами холодной обработки давлением, включая вытяжку. Но в то же время эти латуни плохо обрабатываются резанием. Сложные многокомпонентные деформируемые латуни имеют большую коррозийную стойкость и лучшую обрабатываемость.

Таблица П7.1

Условные обозначения и единицы измерения физических и общетехнических величин

Величина	Условное обозначение	Единица измерения
Временное сопротивление (предел прочности при растяжении)	$\sigma_в$	МПа
Предел текучести (физический)	$\sigma_т$	МПа
Предел текучести (условный) при допуске на величину остаточной деформации 0,2 %	$\sigma_{0,2}$	МПа
Предел выносливости при симметричной циклической нагрузке	σ_{-1}	МПа
Предельное напряжение сжатия	$\sigma_{сж}$	МПа
Относительное удлинение после разрыва на стандартных образцах	δ	%
Относительное сужение после разрыва	ψ	%
Твердость по Бринеллю	HB	МПа
Твердость по Роквеллу, шкала С	HRC	—
Твердость по Роквеллу, шкала А	HRA	—
Твердость по Виккерсу	HV	МПа
Ударная вязкость	KC	кДж/см^2
Ударная вязкость, определяемая на образце с концентратором напряжения вида U (V) при комнатной температуре	KCU (KCV)	Дж/см^2
Плотность	γ	кг/м^3
Модуль нормальной упругости	E	МПа
Модуль упругости при сдвиге	G	МПа
Допустимая скорость скольжения	$[v]$	м/с
Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР)	α	К$^{-1}$
Температурный коэффициент модуля упругости (ТКМУ)	α_E	К$^{-1}$

Окончание табл. П7.1

Величина	Условное обозначение	Единица измерения
Коэрцитивная сила	H_c	А/м
Максимальная относительная магнитная проницаемость	μ_{max}	Тл/А
Магнитная проницаемость вакуума	μ_0	Тл/А
Удельное электрическое сопротивление	ρ	Ом·м
Удельное электрическое сопротивление магнитного материала	$\rho_э$	Ом·м
Удельные потери при магнитной индукции 1,5 Тл и частоте 50 Гц	$P_{1,5/50}$	Вт/кг
Остаточная индукция	B_r	Тл
Индукция при напряженности 50 А/м	B_{50}	Тл
Удельный прогиб биметалла	A	К$^{-1}$
Коэффициент чувствительности биметалла	M	К$^{-1}$

Литейные латуни имеют хорошую жидкотекучесть, они способны обеспечивать плотное литье и однородность химического состава. К недостаткам литейных латуней относится плохая обрабатываемость резанием. Механические характеристики и рекомендации по применению латуней и способов их обработки приведены в табл. П7.7.

В приборостроении чаще используют оловянистые и безоловянистые бронзы. Оловянистые бронзы имеют высокие антифрикционные и литейные свойства. Недостатки бронз — это дефицитность и высокая стоимость. Кремнистые и бериллиевые бронзы имеют высокий предел упругости, износостойкость и циклическую прочность. Механические характеристики и рекомендации по применению бронз и способов их обработки приведены в табл. П7.8.

Механические характеристики и рекомендации по применению органических материалов (пластмассы) приведены в табл. П7.9.

Таблица П7.2

Конструкционные стали

Марка материала	Характеристика и свойства	Применение
Сталь 15 (ГОСТ 1050–74)	Малоуглеродистая качественная сталь. Свариваемость и пластичность высокие. Обрабатываемость резанием умеренная. Подвергается цементации. В нормализованном состоянии $\sigma_в$ = 380 МПа, δ = 27 %, ψ = 55 %, твердость не более 163 НВ. После жидкостной цементации и термообработки твердость поверхности 57–63 HRC	Слабонагруженные детали, изготовляемые холодной высадкой, гибкой; колпачки, полумуфты, валики с фланцами, накладки, рычаги, крестовины, скобы, стойки
Сталь 45 (ГОСТ 1050–74)	Среднеуглеродистая качественная сталь. Свариваемость и пластичность умеренные. Обрабатываемость резанием хорошая. Хорошо закаливается. В улучшенном состоянии $\sigma_в$ = 750 МПа, $\sigma_т$ = 450 МПа, δ = 13 %, ψ = 35 %, KCU = 0,5 МДж/м^2, твердость 192–285 НВ. После закалки в масле и отпуска $\sigma_в$ = 900 МПа, $\sigma_т$ = 650 МПа, δ = 15 %, ψ = 40 %, 30–40 HRC. После закалки в щелочном растворе и отпуска $\sigma_в$ = 1200 МПа, $\sigma_т$ = 950 МПа, δ = 8 %, 36–42 HRC. После закалки токами высокой частоты на глубину до 1,6–2 мм $\sigma_в$ = 900–1200 МПа, $\sigma_т$ = 700–900 МПа, 40–48 или 50–60 HRC	Средненагруженные детали: валы, втулки, вилки, эксцентрики, рычаги, кулачки, зубчатые колеса, червяки. Мелкие тонкостенные детали сложной конфигурации: втулки, рычаги, толкатели, гребенки, стопоры, фиксаторы, храповые колеса, собачки, упоры
Сталь 40Х (ГОСТ 4543–71)	Среднеуглеродистая хромистая сталь. Свариваемость и пластичность умеренные. Хорошо закаливается. Наличие хрома обеспечивает мелкозернистую структуру поверхности с высоким сопротивлением усталости. В улучшенном состоянии $\sigma_в$ = 800...900 МПа, $\sigma_т$ = 600–750 МПа, δ = = 10%, ψ = 40–50 %, KCU = 0,6 МДж/м^2, σ_{-1} = 360 МПа, 280–300 НВ. После закалки в масле и отпуска $\sigma_в$= 1500–1600 МПа, $\sigma_т$ = 1300–1400 МПа, δ = 7 %,ψ= 20 %, KCU = 0,3 МДж/м^2, 45–50 HRC, σ_{-1} = 560 МПа. После закалки токами высокой частоты на глубину 1,8–2,2 мм $\sigma_в$ = 950–1200 МПа	Детали при повышенных требованиях к износостойкости и выносливости: зубчатые колеса, червяки, высокоскоростные шпиндели, роторы гироскопов. Детали, работающие при вибрациях и ударных нагрузках, детали при повышенных требованиях к износостойкости: зубчатые колеса и рейки, червяки, в том числе крупные, валы, шпиндели, цилиндрические направляющие
Сталь 38Х2МЮА (ГОСТ 4543–71)	Среднеуглеродистая хромомолибденоалюминиевая высококачественная сталь азотируемая (нитроцементируемая). Наличие алюминия обеспечивает повышенную глубину азотированного слоя. После азотирования 870–1020 HV (поверхностный слой) $\sigma_в$ = 950 МПа, $\sigma_т$ = 800 МПа, δ = 12 %, ψ = 50 %, KCU = 0,8 МДж/м^2 (сердцевина)	Детали при повышенных требованиях контактной прочности поверхности и малого коробления после термообработки, а также работающие с ударными нагрузками: копиры, сравнительно крупные кулачки, зубчатые колеса и червяки, плунжеры
Сталь У10А (ГОСТ 1435–74)	Инструментальная углеродистая высококачественная сталь. Повышенная твердость. Обрабатываемость резанием удовлетворительная, хорошо шлифуется. Свариваемость и пластичность пониженные	Мелкие детали, получаемые резанием: оси с трибками, оси и валики, пальцы, ходовые винты при требованиях повышенной прочности. Мелкие детали, получаемые методом вырубки: рычаги, кулачки, накладки

Окончание табл. П7.2

Марка материала	Характеристика и свойства	Применение
Сталь А12 (ГОСТ 1414–75)	Малоуглеродистая конструкционная сталь высокой обрабатываемости резанием (автоматная). Свариваемость пониженная, пластичность высокая. Обладает красноломкостью, чувствительна к ударным нагрузкам. Может быть подвергнута цементации или нитроцементации. Горячекатаная: $\sigma_в < 420$ МПа, $\sigma_т \le 22$ МПа, 160 НВ. Нагартованная: $\sigma_в = 500$ МПа, $\delta = 7$ %, 217 НВ. После цементации твердость поверхности до 56 – 60 HRC	Мелкие малонагруженные детали, обрабатываемые резанием, при требовании обеспечения малой шероховатости поверхности: винты, гайки, оси, валики, втулки, кольца, планки, распорки, рукоятки, мелкие кронштейны и корпуса подшипников, оправы оптических деталей
Сталь 40ХЕ (ГОСТ 1414–75)	Среднеуглеродистая хромистая сернисто-селенистая сталь повышенной обрабатываемости резанием. Свариваемость и пластичность умеренные. Хорошо подвергается закалке. После улучшения (закалка в масле 860 °С, отпуск 500 °С) $\sigma_в =$ $= 1000$ МПа, $\sigma_т = 800$ МПа, $\delta = 10$ %, $\psi = 45$ %, KCU = 0,6 МДж/м^2	Детали, обрабатываемые резанием, при повышенных требованиях к износостойкости и прочности: зубчатые колеса, червяки, ходовые винты, кулачки
Сталь ШХ15 (ГОСТ 801–78)	Высокоуглеродистая хромистая подшипниковая сталь. Пластичность и свариваемость пониженные. Обрабатываемость резанием умеренная, хорошо закаливается. После закалки в масле или токами высокой частоты $\sigma_в = 2200$ МПа, $\sigma_т = 1700$ МПа, $\sigma_{-1} = 660$ МПа, 58 – 65 HRC	Тонкостенные детали при требовании высоких износостойкости и сопротивления усталости поверхности: кольца подшипников качения и планки направляющих качения и скольжения, гайки и винты шарико-винтовых передач, диски и ролики фрикционных передач, пальцы и ролики, кулачки и копиры
Сталь 12Х1 (ГОСТ 5950–73)	Высокоуглеродистая хромистая сталь. Пластичность и свариваемость пониженные. После закалки и отпуска $\sigma_в = 2000$ МПа, 63 – 65 HRC	Детали при требованиях высокой износостойкости поверхности: шаблоны, калибры, копиры, кулачки, направляющие качения и скольжения

Таблица П7.3

Материалы для упругих элементов

Марка материала	Механические и физические свойства							
	$\sigma_в$, МПа	$E \cdot 10^3$, МПа	$G \cdot 10^3$, МПа	HV	$\alpha \cdot 10^{-6}$, К$^{-1}$	$\alpha_E \cdot 10^6$, К$^{-1}$	ρ, нОм·м	$\gamma \cdot 10^{-3}$, кг/м^3
Токоведущие материалы								
БрОФ6,5-0,15	650–745	93–122	40	190–220	17,7	—	150–176	8,8
БрОЦ4-3 (ГОСТ5017–74)	765–883	93–122	47	210	18,0	400	47	8,8

Окончание табл. П7.3

Марка материала	Механические и физические свойства							
	$\sigma_в$, МПа	$E \cdot 10^3$, МПа	$G \cdot 10^3$, МПа	НВ	$\alpha \cdot 10^{-6}$, $К^{-1}$	$\alpha_E \cdot 10^6$, $К^{-1}$	ρ, нОм·м	$\gamma \cdot 10^{-3}$, кг/м^3
Нетоковедущие материалы								
60Г, 65Г	980	204	80	241–285	11,1	—	—	7,81
60С2А	1570	196	85,3	269–302	—	—	—	7,68
60С2ХФА	1668	190	—	285–321	—	—	—	—
40КХНМ	2650	196–215	73,6	650–700	12–15	200	90–110	8.3
36НХТЮ	1570	176–196	73,6–78,5	330–350	12–14	300	90–100	7,9

Таблица П7.4

Сплавы с особыми свойствами

Марка материала	Характеристика и свойства	Применение
Сталь 20Х13Л (ГОСТ 2176–67)	Литейная сталь мартенситного класса, стойка в среде водяного пара и атмосферных осадков, растворов солей. Литейные свойства и обрабатываемость резанием удовлетворительные, свариваемость хорошая. Нормализованная. $\sigma_в$ = 660 МПа, $\sigma_т$ = 450 МПа, δ = 16 %, KCU = 0,8 МДж/м^2, 270 НВ	Детали сложной конфигурации, работающие под нагрузкой при требовании коррозионной стойкости: кронштейны, рычаги, крестовины, муфты, зубчатые колеса, литые валики, кривошипы
Сталь 3422 (ГОСТ 214270–75)	Магнитомягкая повышенно легированная кремнистая сталь, холоднокатаная, текстурованная, с нормальными потерями на перемагничивание и нормальной магнитной проницаемостью. Свариваемость умеренная, эластичность и обрабатываемость резанием пониженные. μ_{max} = $8{,}8 \cdot 10^{-3}$ Тл/А, μ_0 = 0,079 Тл/А, B_{50} = 1,8 Тл, H_c = 39,8 А/м, $P_{1,5/50}$ = 3 Вт/кг, $\rho_э = 0{,}5 \cdot 10^{-6}$ Ом·м, $\sigma_в$ = 300 МПа, $\sigma_т$ = 200 МПа, δ = 5 %	Детали магнитопроводов, сердечники импульсных трансформаторов, магнитных усилителей, дросселей, силовых трансформаторов и тому подобные детали, изготовляемые вырубкой из ленты
Сплав ЮНДК35Т5АА (ГОСТ17809–73)	Магнитотвердый литой дисперсионно-твердеющий железо-никель-алюминий-кобальтовый сплав с монокристаллической структурой. Весьма высокое значение магнитной энергии. Литейные свойства невысокие. Хрупкий, склонен к трещинообразованию и намагничиванию с нормальной магнитной проницаемостью. Свариваемость умеренная, пластичность и обрабатываемость резанием пониженные. μ_{max} = $8{,}8 \cdot 10^{-3}$ Тл/А, μ_0 = = 0,079 Тл/А, B_{50} = 1,8 Тл, H_c = 39,8 А/м, $P_{1,5/50}$ = 3 Вт/кг, $\rho_э = 0{,}5 \cdot 10^{-6}$ Ом·м, $\sigma_в$ = 300 МПа, $\sigma_т$ = 200 МПа, δ = 5 %	Детали магнитопроводов, сердечники импульсных трансформаторов, магнитных усилителей, дросселей, силовых трансформаторов и тому подобные детали, изготовляемые вырубкой из ленты

Окончание табл. П7.4

Марка материала	Характеристика и свойства	Применение
Сплав 80НХС (ГОСТ 10160–75)	Магнитомягкий железоникелевый сплав с наивысшей магнитной проницаемостью в слабых полях (типа пермаллоя). Характеризуется высокой коэрцитивной силой и сравнительно высоким электросопротивлением. Пластичен, хорошо сваривается. Обрабатываемость резанием пониженная. При резании и деформации магнитные свойства ухудшаются. При толщине ленты 0,02...1 мм $\mu_{max} = (113-188)\cdot10^{-3}$ Тл/А, $\mu_o = (22{,}6-56{,}6)\cdot10^{-3}$ Тл/А, $B_r = 0{,}75$ Тл, $H_c = 6{,}4-31{,}4$ А/м, $\rho_э = 0{,}9\cdot10^{-6}$ Ом·м, $\sigma_в = 50$ МПа, $\sigma_т = 180$ МПа, $\delta = 25$ %	Сердечники малогабаритных трансформаторов и дросселей, импульсных трансформаторов, бесконтактных реле, звукозаписывающих головок, магнитов сцепных муфт и стопоров
Сплав 35НКТ (ГОСТ 10994–74)	Железо-никель-кобальтовый сплав с минимальным температурным расширением (типа супериндара). Пластичен, хорошо обрабатывается резанием, сваривается. $\alpha = (0{,}5-0{,}8)\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$, $E = 1{,}44\cdot10^5$ МПа, $\sigma_в = 400-480$ МПа, $\delta = 38-45$ %	Температурные компенсаторы в механизмах, терморегуляторы, чувствительные элементы термометров
Сплав Х27Ю5Т (ГОСТ 10994–74)	Железо-хром-алюминиевый сплав ферритного класса с высоким омическим сопротивлением, жаростойкий. Пластичность удовлетворительная, сваривается. $T_р = 950-1300$ °С (∅ 0,2–3 мм), $\rho_э = (1{,}36-1{,}47)\cdot10^{-6}$ Ом·м, живучесть 60 ч при 1300 °С	Нагревательные элементы приборов, изготовляемые из проволоки или ленты
Сплав ТБ2013 (ГОСТ 10533–63)	Термобиметалл на основе материалов 75ГНД (активный слой) и 36Н (пассивный слой) с наивысшим значением удельного прогиба. Пластичен, сваривается. Удельный прогиб $A = 0{,}20$ К$^{-1}$, коэффициент чувствительности $M = (30...36)\cdot10^{-6}$ К$^{-1}$, $\rho_э = 1{,}08-1{,}18$ мкОм·м, $T_р = -60-+200$ °С	Температурные компенсаторы в механизмах, терморегуляторы, чувствительные элементы термометров

Таблица П7.5

Алюминиевые литейные сплавы

Марка сплава	Режим термической обработки	Механические характеристики, МПа				Применение
		$\sigma_в$	$\sigma_{0,2}$	σ_{-1}	НВ	
АЛ2 (ГОСТ 1222–99)	Т2	180	90	42	50	Средненагруженные детали различных размеров, изготовляемые различными способами литья
АК12 (ГОСТ 1583–93)	Т2, Т5	147–157	—	—	50	Детали сложной формы для работы без значительных нагрузок, изготовляемые литьем в кокиль и под давлением
АЛ7 (ГОСТ 1222–99)	Т4, Т5	240–260	160–200	40–45	650–850	Небольшие детали несложной конфигурации, изготовляемые литьем (галтели должны быть плавные, без резких перепадов толщины)
АЛ19 (ГОСТ 1222–99)	Т4, Т5	320–360	180–250	70	800–1000	Высоконагруженные детали различных размеров, изготовляемые различными способами литья

Окончание табл. П7.5

Марка сплава	Режим термической обработки*	Механические характеристики, МПа				Применение
		$\sigma_в$	$\sigma_{0,2}$	σ_{-1}	НВ	
АЛ27	Т4	360	180	70	900	Деталей летательных аппаратов, судов и пр.
ВАЛ1	Т5	300	250	75	1000	Ответственные детали
АЛЧМ	Т6	360	300	90	1000	Ответственные детали

Примечание. Т1 — искусственное старение без предварительной закалки, улучшающее обрабатываемость резанием и повышающее механическую прочность; Т2 — отжиг, резко уменьшающий остаточные напряжения и наклеп; Т3, Т4 — повышение прочностных характеристик; Т5 — получение достаточно высокой прочности и сохранение повышенной пластичности; Т6 — обработка для получения максимальной прочности при некотором снижении пластичности; Т7 — закалка и стабилизация свойств; Т8 — повышение пластичности и стабильности за счет понижения прочностных характеристик. Режимы Т1, Т3, Т7, Т8 для обработки указанных материалов не используются.

Таблица П7.6

Алюминиевые сплавы, обрабатываемые резанием и давлением (ГОСТ4784–97)

Марка материала	Типовые механические характеристики, МПа					Применение	Примечание
	$\sigma_в$	$\sigma_{0,2}$	σ_{-1}	$E/G \cdot 10^4$	НВ		
АДН	150	100	55	7,1/2,7	320	Детали не несущих конструкций	Обладает высокой пластичностью и электропроводностью, хорошо сваривается
АД31Т	240	210	90	7,1/2,7	800	Клеевые и клепаные конструкции	Пластичен
АМг3М	190	90	—	7,1/2,7	—	Малонагруженные сварные и гнутые детали	Обладает высокой коррозионной стойкостью
АМг6М	300	150	—	7,1/2,7	—	Средненагруженные сварные и гнутые детали	То же
Д16П	430	230	140	7,1/2,7	1310	Детали средней и повышенной прочности, получаемые обработкой резанием	Обладает низкой коррозионной стойкостью
АК8	480	380	125	7,2/2,7	1350	Высоконагруженные штампованные и кованые детали	—
В96	670	630	—	7,2/2,7	1900	То же	—
Д23	600	540	85	7,6/2,9	—	Высоконагруженные штампованные и кованые детали, работающие при температуре до 160…180 °С	—

Таблица П7.7

Латуни

Марка материала	Состояние сплава	$\sigma_в$ МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_{-1}, МПа	$(E/G)\cdot10^{-4}$, МПа	Применение	Примечание
Л68 (ГОСТ 15527–70)	Мягкое	330	100	120	11/3,9	Упругие элементы, токоведущие детали, получаемые обработкой давлением и резанием	—
	Твердое	660–740	520	150	11,5		
Л80 (ГОСТ 15527–70)	Мягкое	310	120	105	10/4,2	То же	—
	Твердое	610–680	520	154	11,2		
Л90 (ГОСТ 15527–70)	Мягкое	260	130	85	9,15	»	—
	Твердое	440–520	400	126	10,5		
ЛС59-1 (ГОСТ 15527–70)	Мягкое	420	140	—	9,5	Детали опор трения скольжения, получаемые обработкой резанием	Коэффициент трения: со смазкой $f = 0{,}0135$, без смазки $f = 0{,}17$
	Твердое	550	400	—	10,5		
ЛА67-2,5 (ГОСТ 1019–47)	Мягкое	300	150	—	8,4	Мелкие детали, получаемые литьем, обработкой резанием	—
	Твердое	400	350	—	9,8		
ЛКС80-3-3 (ГОСТ 1019–47)	Мягкое	350	250	—	—	Детали опор трения скольжения, получаемые обработкой резанием	Коэффициент трения: со смазкой $f = 0{,}009$, без смазки $f = 0{,}15$
	Твердое	550	300	—	—		

Таблица П7.8

Бронзы

Марка материала	Состояние сплава	$\sigma_в$, МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_{-1}, МПа	$(E/G)\cdot10^{-4}$, МПа	Применение	Примечание
БрКМЦ3-1 (ГОСТ 18175–78)	Мягкое	400	160	100	10,5/3,9	Упругие элементы, токоведущие детали, получаемые обработкой давлением и резанием	—
	Твердое	700	420	210	11,5		
БрОФ4-0,25 (ГОСТ 5017–74)	Мягкое	340	—	154	—	То же	—
	Твердое	600	540	248	10		
БрОЦ4-3 (ГОСТ 5221–77)	Мягкое	350	—	—	—	»	—
	Твердое	550	—	—	—		
БрБ2 (ГОСТ 15834–77)	Мягкое	500	250	—	13,2	»	—
	Твердое	1250	1150	—	11,7/5,0		

Окончание табл. П7.8

Марка материала	Состояние сплава	$\sigma_в$, МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_{-1}, МПа	$(E/G)\cdot10^{-4}$, МПа	Применение	Примечание
БрОФ10-1 (нестандартная)	Мягкое	250	140	—	7,5	Детали опор трения скольжения, получаемые литьем и обработкой резанием	Коэффициент трения со смазкой $f = 0,08$, без смазки $f = 0,1$; $[p] = 15$ МПа, $[pv] = 15$ МПа·м/с, $[v] = 10$ м/с
	Твердое	300	200	—	10,3		
БрОЦС5-5-5 (нестандартная)	Мягкое	350	140	125	10	Детали опор трения скольжения, получаемые литьем и обработкой резанием	Коэффициент трения со смазкой $f = 0,09$, без смазки $f = 0,15$; $[p] = 8$ МПа, $[pv] = 12$ МПа·м/с, $[v] = 12$ м/с
	Твердое	350	150	170	10		

Таблица П7.9

Органические материалы (пластмассы)

Марка материала	Характеристика и свойства	Применение
ПЭНД 203-05 (ГОСТ 16338–77)	Полиэтилен низкого давления с добавками (термостабилизатор и антикоррозионная добавка). Жидкотекучесть и механическая прочность средние. $\sigma_в = 20–25$ МПа, $\delta = 500$ %, КС = 75 кДж/м^2, $T_р \le 100$ °С	Детали, получаемые литьем под давлением, не требующие высокой прочности, окрашенные и неокрашенные: кожухи, корпуса, коробки, крышки подшипников, армированные ручки и маховички, шайбы, ролики
МОПЕНД 222-03 (ТУ 6-05 1721–75)	Полиэтилен низкого давления высокомолекулярный с добавками (термостабилизатор и антикоррозионная добавка). Жидкотекучесть повышенная; $\sigma_в = 44$ МПа, $\delta = 500$ %, KCU = 80 кДж/м^2, $T_р \le 110$ °С, 5–6 НВ	Детали при требованиях прочности, износостойкости и достаточной ударной вязкости: зубчатые колеса, в том числе вибрационно-нагруженные, мальтийские кресты, объемно-регулируемые гайки винтовых передач
Сополимер УПС-0704Л (ОСТ 6-05-406–80)	Сополимер стирола с каучуком литейный, ударопрочный, повышенные прочность и ударная вязкость. Хорошая обрабатываемость резанием. $\sigma_в = 26$ МПа, $\delta = 35$ %, KCU = 30 кДж/м^2, 6–10 НВ, $T_р \le 70$ °С	Детали, нагруженные динамически, в том числе крупногабаритные: панели, корпуса, крышки, корпусные детали переносных приборов
Фторопласт 42-ЛД-1 (ГОСТ 25428–82)	Фторопласт (политетрафторэтилен) для литья под давлением, высокие эластичность, износостойкость, низкий коэффициент трения, удовлетворительная термостойкость. Возможен любой вид механической обработки $\sigma_в = 0,2$ МПа, $\sigma_F = 29$ МПа, $\delta = 460$ %, КС = 140 кДж/м^2, 4–5 НВ, $T_р = -60$ – +120 °С, коэффициент трения по стали 0,04	Антифрикционные детали повышенной износо- и маслостойкости: уплотнения пневмо- и гидросистем, вкладыши опор скольжения, в том числе беззазорных (с натягом) опор, объемно-регулируемые гайки винтовых передач
Резина III- Зв-12.3825с (ТУ 38.105 1082–76)	Резина на основе нитрильного каучука СКН-40, повышенная маслобензостойкость, повышенная твердость, $\sigma_в = 7,8$ МПа, $\delta = 120$ %	Детали подвижных и неподвижных уплотнений, в том числе армированных, работающих в среде с наличием масел

Окончание табл. П7.9

Марка материала	Характеристика и свойства	Применение
Текстолит ПТК (ГОСТ 5–78)	Слоистый материал на основе хлопчатобумажной ткани и фенольных смол. Химическая стойкость и влагостойкость сравнительно невысокие. Обрабатывается резанием, допустима небольшая гибка в нагретом состоянии; $\sigma_в = 34-100$ МПа, $\sigma_{сж}$=120–250 МПа, $\delta = 1$ %, КС = 14,5–36 кДж/м^2, 25–35 НВ, $T_р \le 130-140$ °С	Детали типа плат, крупномодульные зубчатые и червячные колеса, ролики, втулки подшипников, ползуны, детали муфт
Стекло органическое СОЛ (ГОСТ 15809–70)	Полиметилметакрилат листовой. Высокие химическая и влагостойкость. Прозрачен. Хорошо обрабатывается резанием, сваривается, в нагретом состоянии пластичен, допустимы гибка и формовка $\sigma_в = 63-110$ МПа, $\sigma_{сж} = 100-105$ МПа, $\delta = 2,5-20$ %, КС = 8–18 кДж/м^2, 6,3–10 НВ, $T_р < 80$ °С	Детали типа плат, прозрачных крышек, защитных стекол

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение ... 3
Основные термины и определения ... 3
Техническое задание на курсовой проект ... 3
Содержание конструкторской документации курсового проекта и требования к ней ... 3
Эскизно-компоновочный чертеж общего вида приборного устройства ... 3
Оформление основных надписей в соответствии с требованиями ЕСКД ... 5
Примерный порядок расчета и проектирования привода ... 5
Кинематическая схема разрабатываемой конструкции ... 5
Габаритно-монтажный чертеж ... 6
Чертеж общего вида технического проекта ... 6
Структурная схема сборки ... 7
Общий сборочный чертеж ... 7
Спецификация ... 8
Простановка номеров позиций на сборочном чертеже ... 8
Чертежи сборочных единиц ... 8
Чертежи деталей ... 9
Расчетно-пояснительная записка курсового проекта ... 9
Литература ... 10
Приложение 1. Примеры рабочих чертежей курсового проекта ... 11
Приложение 2. Выбор допусков и посадок. Предельные отклонения размеров ... 43
Приложение 3. Особенности назначения допусков и посадок подшипников качения и скольжения ... 49
Приложение 4. Обозначения шероховатости поверхности, отклонение формы и расположения поверхностей на чертежах ... 53
Приложение 5. Основные параметры элементов зубчатых и червячных передач ... 61
Приложение 6. Шпоночные, штифтовые соединения и установочные винты ... 64
Приложение 7. Механические характеристики и рекомендации по применению некоторых конструкционных материалов ... 68