



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Белорусский национальный
технический университет

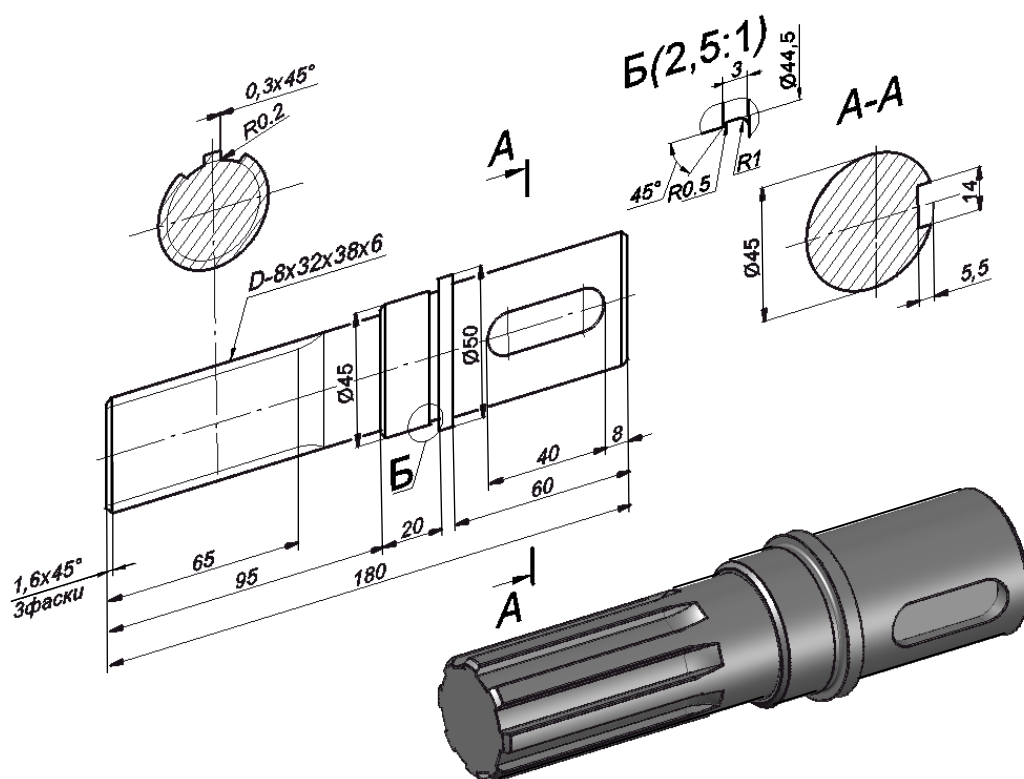
Кафедра «Инженерная графика машиностроительного профиля»

П. В. ЗЕЛЁНЫЙ
С. В. СОЛОНКО

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебно-методическое пособие

Часть 1



Минск
БНТУ
2015

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Инженерная графика машиностроительного профиля»

П. В. ЗЕЛЁНЫЙ
С. В. СОЛОНКО

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебно-методическое пособие
по машиностроительному черчению

В 2 частях

Часть 1

ЧЕРТЕЖИ ВАЛОВ

Под редакцией П. В. Зелёного

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области транспорта и транспортной деятельности*

Минск
БНТУ
2015

УДК 744.4:621(076.5)(075.8)
ББК 30.11я73
З-48

Рецензенты:

зав. кафедрой «Инженерная графика» Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, канд. техн. наук, доцент *В. А. Столер*;

доцент кафедры «Инженерная графика» Белорусского государственного технологического университета, канд. техн. наук *Н. И. Жарков*

Зелёный, П. В.

З-48 Инженерная графика : учебно-методическое пособие по машиностроительному черчению : в 2 ч. / П. В. Зелёный, С. В. Солонко ; под ред. П. В. Зелёного. – Минск : БНТУ, 2015– . – Ч. 1 : Чертежи валов. – 2015. – 81 с.

ISBN 978-985-550-510-6 (Ч. 1).

Пособие представляет собой сборник графических заданий по одной из основных тем курса инженерной графики – чертежи деталей типа «Вал». Оно содержит необходимый теоретический материал по изучению функционального назначения и конструкции валов, условия индивидуальных заданий для выполнения графических работ в 30 вариантах, образцы выполнения графических работ и необходимый справочный материал. Задания позволяют изучить основные правила выполнения и оформления чертежей деталей типа «Вал» в соответствии со стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Для студентов технических специальностей высших учебных заведений.

УДК 744.4:621(076.5)(075.8)
ББК 30.11я73

ISBN 978-985-550-510-6 (Ч. 1)
ISBN 978-985-550-511-3

© Зелёный П. В., Солонко С. В., 2015
© Белорусский национальный
технический университет, 2015

ВВЕДЕНИЕ

«Инженерная графика» представляет собой учебную дисциплину, входящую в цикл общенаучных и общепрофессиональных дисциплин подготовки специалистов с высшим образованием по техническим специальностям, и является объединительным курсом, предусматривающим согласно образовательным стандартам углубленное изучение следующих разделов: «Начертательная геометрия», «Проекционное черчение», «Машиностроительное черчение», «Инженерная компьютерная графика и моделирование». Она несет основную нагрузку в графической подготовке инженера, являясь одним из важных компонентов и его общепрофессиональной подготовки.

В разделе «Машиностроительное черчение» изучаются основные правила выполнения и оформления конструкторской документации в соответствии со стандартами ЕСКД. Детальное изучение и закрепление знаний стандартов ЕСКД осуществляется в процессе выполнения индивидуальных графических работ, предусмотренных учебными программами.

Основная цель изучения данного раздела – приобретение знаний и навыков выполнения и чтения конструкторской документации, а также навыков изложения технических идей с помощью чертежей, понимания принципа действия изображенного изделия.

Учебные задачи курса машиностроительного черчения заключаются в следующем: изучении стандартов ЕСКД по выполнению и оформлению чертежей реальных машиностроительных деталей и изделий различного назначения с учетом технологий их изготовления; усвоении правил пользования справочными материалами при выполнении чертежей; усвоении правил нанесения размеров в соответствии со стандартами ЕСКД и с учетом основных положений конструирования и технологии деталей машин; усвоении правил и приобретении навыков выполнения чертежей сборочных единиц в соответствии со стандартами ЕСКД (сборочного чертежа); усвоении правил разработки рабочей конструкторской документации по чертежам общих видов изделий; изучении правил выполнения различных схем (кинематических, гидравлических, электрических и др.) по обучаемой специальности.

Одной из важных тем раздела «Машиностроительное черчение» является изучение выполнения чертежей деталей типа «Вал». Чертежи этих деталей выполняют и на стадии ознакомления с реальными машиностроительными деталями – эскизировании, и на стадии чтения чертежей сборочных единиц – детализации чертежей общего вида (выполнении рабочих чертежей).

Авторы выражают благодарность за оказанную помощь при оформлении некоторых 3D изображений средствами компьютерной графики студентам автотракторного факультета Белорусского национального технического университета М. И. Зубовичу и А. Г. Спургияш.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДЕТАЛЯХ ТИПА «ВАЛ»

Назначение и конструкция

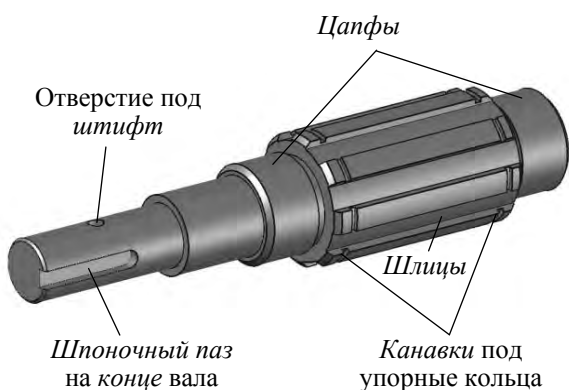


Рис. 1.1. Вал с цилиндрическими ступенями

К типу «Вал» относят детали, преимущественно цилиндрической формы и в форме других, как правило, соосных тел вращения отдельных его частей. Это собственно *валы* (рис. 1.1 и 1.2), *оси*, *штоки* силовых цилиндров, *шпиндели* водопроводных вентилях, *плунжеры* гидравлических аппаратов и т. п.



Рис. 1.2. Вал, комбинированный из ступеней разной формы с конструктивными элементами для фиксирования насаживаемых деталей и технологическими канавками

Вал предназначен для установки с возможностью вращения, а при необходимости, и с возможностью осевого перемещения посаженных на него других деталей – зубчатых колес (рис. 1.3), звездочек, шкивов, маховиков, барабанов, катков, и т. п. Кроме того, валы обеспечивают передачу вращающего момента на эти детали. При работе вал испытывает и изгиб, и кручение, а в ряде других случаев, например, при осевых нагрузках в зубчатых зацеплениях – деформацию сжатия (растяжения). Для увеличения изгибной жесткости, *опоры* вала располагают в корпусе ближе к насаживаемым деталям (рис. 1.3).

Конструктивно форму вала определяют следующие входящие в его состав элементы, преимущественно в форме тел вращения:

- цилиндрические элементы под подшипники (опоры) для установки вала в корпусе или на несущей раме, так называемые *цанфы*, расположенные ближе к его концам;

- расположенные между ними промежуточные элементы, так называемые *шейки*, выполняемые в форме гладких цилиндрических участков с продольными углублениями, называемых *шпоночными пазами*, или в форме зубьев – *шлицами*, предназначенные для установки на валу приводимых во вращение деталей;

- элементы на концах вала цилиндрической, конической, сферической или призматической форм предназначены для установки указанных или других деталей (рукоятей, кулачков и другое), или целых узлов сборочных единиц, например, соединительных муфт.

Ось, хотя и относится по форме к тому же типу деталей, что и вал, но предназначена исключительно для удержания установленных на ней других деталей (рис. 1.4). В отличие от вала она не служит для передачи вращающего момента, работает только на изгиб, не подвергаясь деформациям кручения. Оси могут быть неподвижными или же вращаться вместе с сидящими на них деталями.

Форма валов и осей зависит от выполняемых функций. Коленчатые и криволинейные валы относятся к специальным деталям.

Наиболее же широко в машиностроении распространены прямые валы и оси – *гладкие* (рис. 1.4, 1.5) или *ступенчатые* (см. рис. 1.1, 1.2), по возможности, с минимальным количеством уступов.

Образование ступеней связано с различной нагрузкой на отдельные участки вала (наиболее нагруженные участки имеют больший диаметр), а также с условиями изготовления и сборки. Каждая насаживаемая деталь должна свободно проходить до своей посадочной поверхности, поэтому ступени вала уменьшаются по диаметру к его концам (см. рис. 1.1 и 1.2).

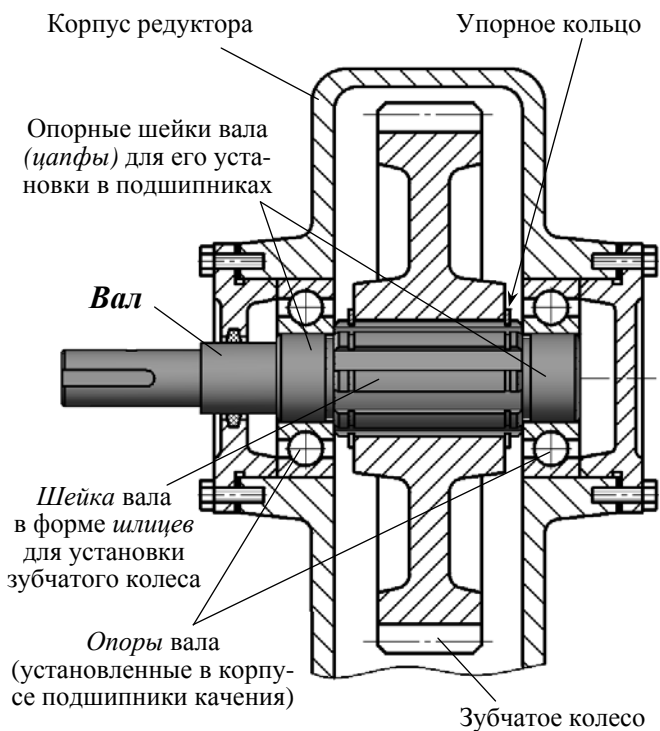


Рис. 1.3. Установка зубчатого колеса в корпусе редуктора с возможностью вращения посредством вала



Рис. 1.4. Ось

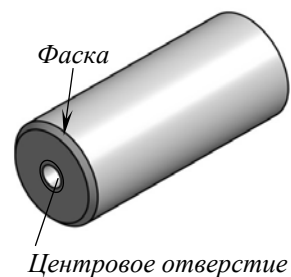


Рис. 1.5. Фаска и центровое отверстие на валу

Для того чтобы было удобнее насадить деталь на соответствующую ступень вала, особенно в случае посадок с натягом, торцы валов и их уступы выполняют с *фасками* в форме усеченных конусов (рис. 1.1, 1.2 – 1.9) стандартной высоты с углом наклона образующей 45° по ГОСТ 10948–64 «Радиусы закруглений и фаски».

Уступы на валах удерживают насаженные детали от осевого смещения. Диаметры посадочных участков под детали должны соответствовать ГОСТ 6636–69 «Нормальные линейные размеры», поскольку на эти диаметры существуют калибры массового производства для контроля точности изготовления.

Для осевой фиксации деталей на валу используются также другие *конструктивные элементы* – специальные буртики (рис. 1.6), конические участки (см. рис. 1.2) и др. Однако они препятствуют смещению насаженной детали лишь в одном направлении. Для удержания ее в противоположном направлении применяют упорные кольца (см. рис. 1.3 и 1.7), гайки, штифты, винты и т. п., под которые на валу выполняют соответствующие конструктивные элементы – *канавки* (см. рис. 1.7), *резьбы*, сквозные диаметральные *отверстия* (рис. 1.8), радиальные *засверловки* и *прорезы* (см. рис. 1.4 и 1.9).

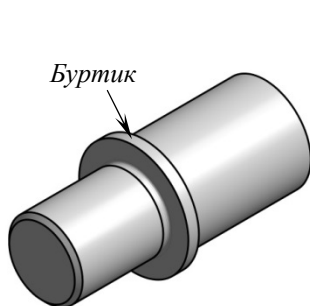


Рис. 1.6. Буртик на валу



Рис. 1.7. Вал с канавкой под упорное кольцо

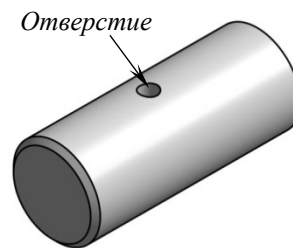


Рис. 1.8. Вал с диаметральным отверстием под штифт

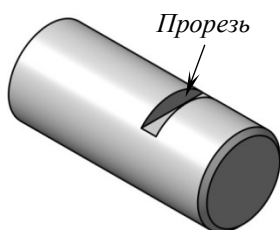


Рис. 1.9. Вал с прорезью

Канавки на валу под стопорные кольца выполняют по ГОСТ 13940–86 «Кольца пружинные упорные плоские и канавки для них» или по ГОСТ 13942–86 «Кольца пружинные упорные плоские наружные эксцентрические и канавки для них».

Для обеспечения вращения детали, насаженной на вал, совместно с самим валом соединяют посредством *шлицев* (см. рис. 1.3 и 1.10), например, выполняемых по ГОСТ 1139–80 «Соединения шлицевые прямобочные», *шпонок*, выполняемых по ГОСТ 23360–78 «Соединения шпоночные с призматическими шпонками» (рис. 1.11) и по ГОСТ 24071–97 «Сегментные шпонки и шпоночные пазы» (рис. 1.12), штифтов, выполняемых по ГОСТ 3128–70 «Штифты цилиндрические незакаленные» или по ГОСТ 24296–93 «Штифты цилиндрические закаленные», упорных винтов, концы которых выполняют по ГОСТ 12414–94 «Концы болтов, винтов и шпилек».

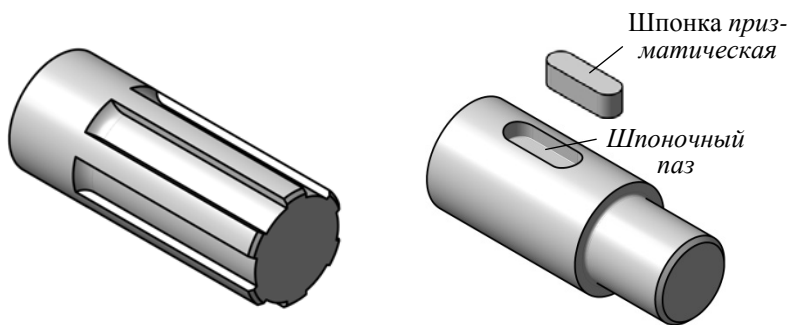


Рис. 1.10. Вал со шлицами
прямоугольными

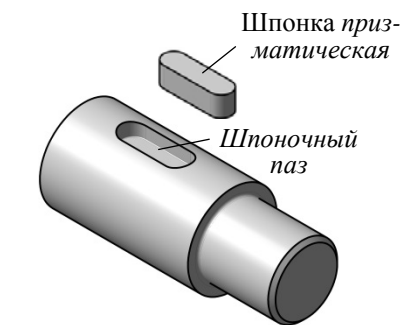


Рис. 1.11. Вал с пазом
под призматическую шпонку

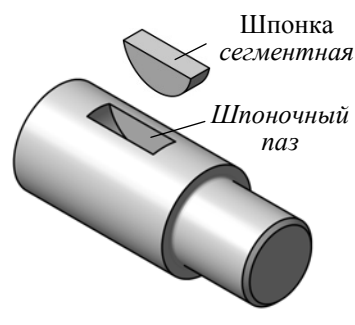


Рис. 1.12. Вал с пазом
под сегментную шпонку

Для установки шпонок, а также многолапчатых стопорных шайб, штифтов, упорных винтов, ступени вала снабжают соответствующими углублениями – пазами, сквозными диаметрными или глухими радиальными и осевыми отверстиями (см. рис. 1.1, 1.2, 1.8, 1.11, 1.12, 1.13).

Приведенные соединения валов с зубчатыми колесами (рис. 1.14 и 1.15) позволяют передавать на них вращающий момент, равно как и передавать его в обратном направлении, т. е. с зубчатого колеса на вал. Наиболее надежным с точки зрения величины передаваемого

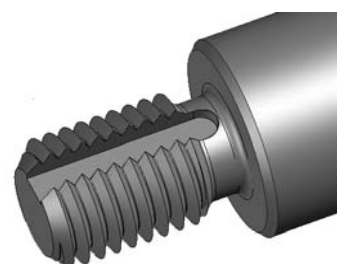


Рис. 1.13. Паз на резьбовом конце вала под многолапчатую стопорную шайбу

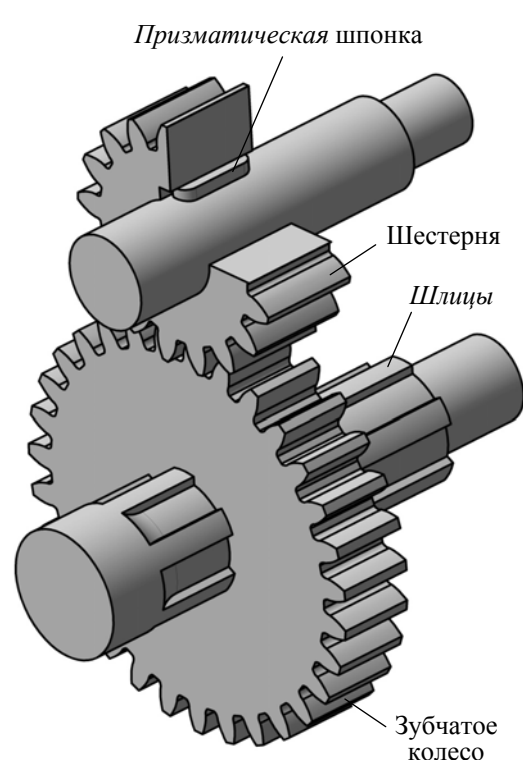


Рис. 1.14. Соединение валов с зубчатыми колесами посредством конструктивных элементов – призматической шпонки и шлицев

вращающего момента является шлицевое соединение. Из шпоночных соединений менее ответственное – соединение сегментными шпонками. Его используют, как правило, на концах валов на входе в редуктор или в другой механизм, где крутящий момент имеет минимальное значение.

С целью передачи на вал вращающего момента посадочный участок конца вала могут выполнять *призматической формы* (см., например, *квадратный хвостовик* на рис. 1.2, 1.16 и 1.17) или фрезеруют на конце вала *лыски* с одной или с обеих сторон (рис. 1.18).

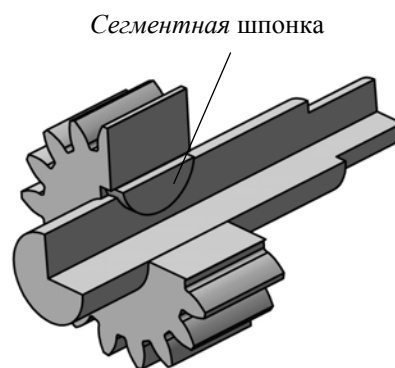


Рис. 1.15. Соединение вала с зубчатым колесом посредством сегментной шпонки

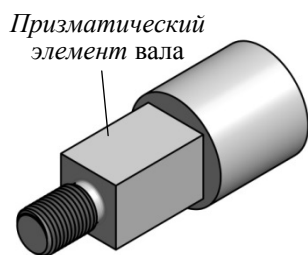


Рис. 1.16. Квадратный хвостовик с резьбовым концом под гайку

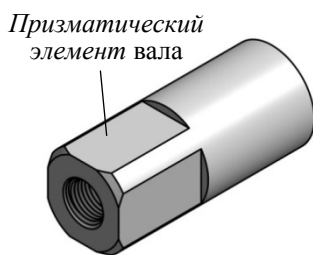


Рис. 1.17. Квадратный хвостовик с осевым отверстием под винт

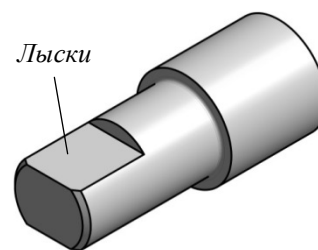


Рис. 1.18. Лыски на конце вала

Лыски с обеих сторон выполняют, как правило, для того, чтобы деталь можно было повернуть ключом, и тогда расстояние между ними должно соответствовать ГОСТ 6424–73 «Зев (отверстие), конец ключа и размер под «ключ».

Существует способ соединения вала с находящейся на нем деталью, с целью передачи вращающего момента между ними, который не требует вообще никаких дополнительных конструктивных «ухищрений» – это посадки с натягом, осуществляемые запрессовкой или температурным деформированием. Последнее обеспечивается нагревом отверстия (но не выше температуры структурных изменений) или охлаждением вала до минус 78,33 °С (сухой лед – твердая двуокись углерода CO₂) или до минус 198,6 °С (жидкий азот N₂) либо использованием обоих методов одновременно.

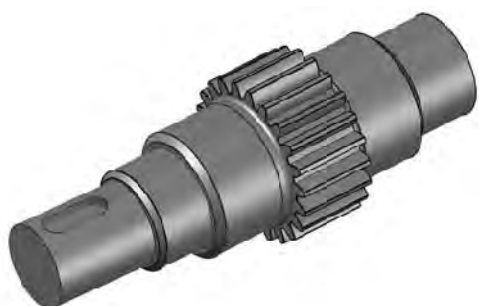


Рис. 1.19. Образец детали «вал-шестерня»

В обоснованных случаях валы изготавливают за одно целое с элементами других деталей, например, с зубчатыми венцами шестерен, с винтовой поверхностью червяка, и тогда такие детали называют вал-шестерня, вал-червяк (рис. 1.19 и 1.20) и т. п.

Выполнение шестерни за одно целое с валом позволяет уменьшить диаметр шестерни благодаря выполнению ее зубьев прямо на валу. Это, в свою очередь, позволит уменьшить и диаметр находящегося в зацеплении с шестерней зубчатого колеса при одном и том же передаточном отношении и, следовательно, уменьшить габариты всего редуктора.



Рис. 1.20. Образец детали «вал-червяк»

Резьбу на промежуточных ступенях вала или на его концах (см. рис. 1.2, 1.13 и 1.21) выполняют, как правило, под круглые шлицевые гайки, регламентированные ГОСТ 11871–88 «Гайки круглые шлицевые ...», предназначенные, как указывалось, для удержания насаженных деталей от осевого смещения (рис. 1.22).

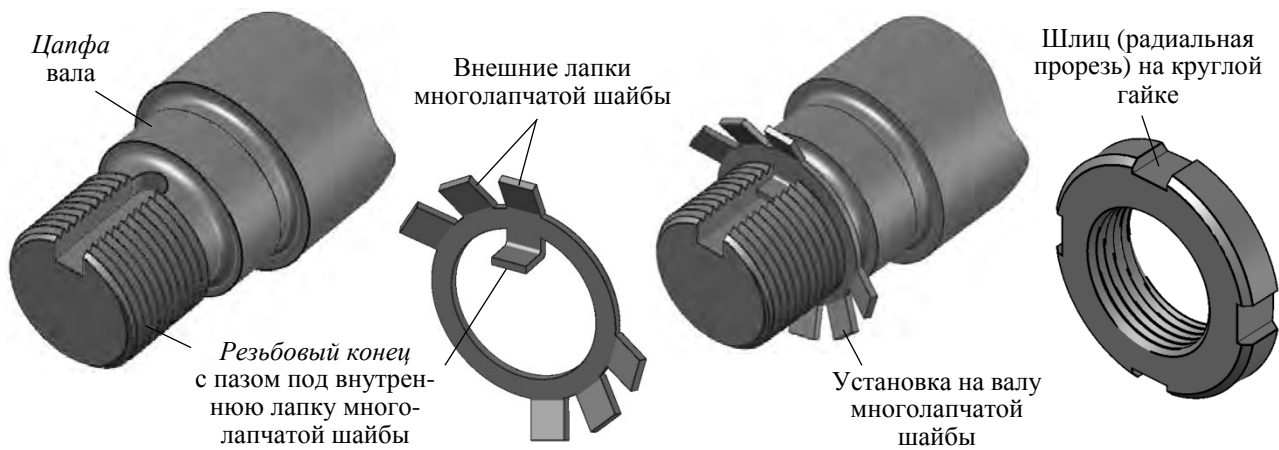


Рис. 1.21. Резбовые элементы для крепления на цапфе вала насаживаемых деталей гайкой

Эти гайки применяются в комплекте со стопорными шайбами согласно ГОСТ 11872–89 «Шайбы стопорные многолапчатые ...». Шайба фиксирует гайку на валу от самоотвинчивания благодаря тому, что пара ее внешних, противоположно расположенных лапок, оказавшихся напротив шлицев гайки, отогнута в них, а ее внутренняя лапка находится в продольном пазу, предусмотренном на резьбовой части вала.

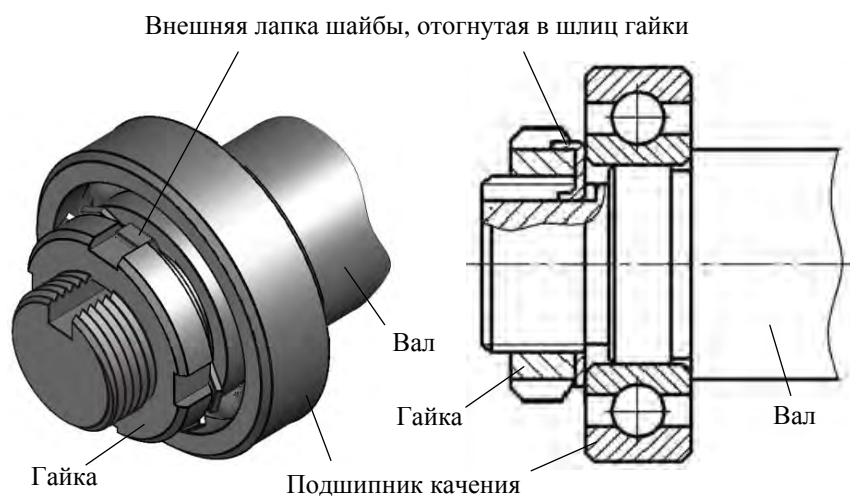


Рис. 1.22. Крепление подшипника на цапфе вала посредством круглой шлицевой гайки (справа чертеж соединения)

С той же целью на торцах валов могут выполняться и резьбовые отверстия под винты для крепления концевых шайб (рис. 1.23), конструкция которых регламентирована ГОСТ 14734–69 «Шайбы концевые. Конструкция».

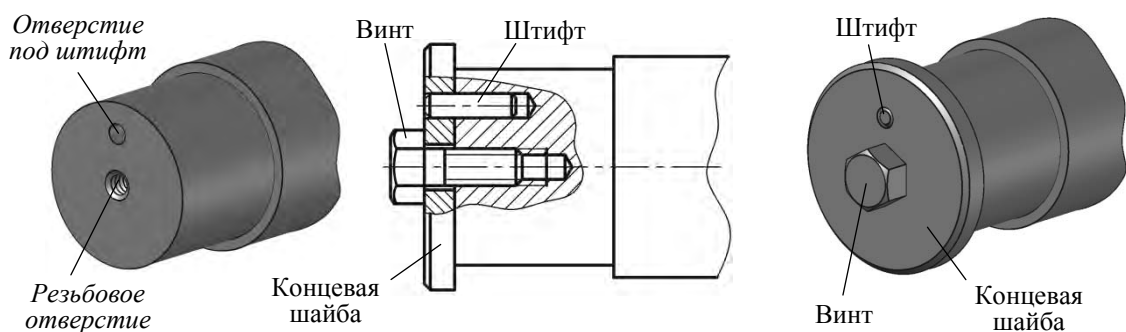


Рис. 1.23. Крепление концевой шайбы на торце вала посредством винта и стопорного штифта (посередине – чертеж соединения)

Их крепят одним центральным винтом и стопорят от проворачивания, во избежание самопроизвольного демонтажа, штифтом, под который рядом с резьбовым отверстием выполняют гладкое цилиндрическое отверстие (см. рис. 1.23).

Для снижения массы или с целью расположения внутри вала других деталей, валы выполняют полыми, хотя это и усложняет их изготовление. Для подвода смазывающей жидкости к трущимся поверхностям в валах высверливают осевые и радиальные отверстия.

Валы и оси обрабатывают на токарных станках с последующим шлифованием цапф и посадочных поверхностей, причем, как правило, в центрах, для чего заготовки валов снабжают *центровыми* отверстиями (см. рис. 1.5).

Для уменьшения концентрации напряжений и увеличения тем самым долговечности вала в местах перехода с его участка одного диаметра к участку другого диаметра во внутренних углах между ступенями выполняют *галтели* –

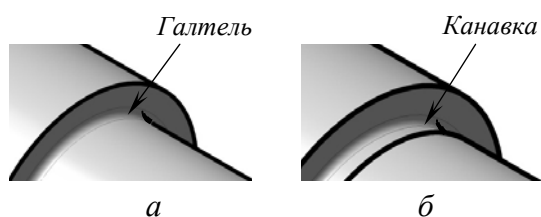


Рис. 1.24. Переход между ступенями вала в форме *галтели* (а) и *канавки* (б)

скругления, как правило, постоянного радиуса (рис. 1.24, а). Галтели переменного радиуса применяют в сильно нагруженных валах.

Радиусы галтелей на валах, например, под подшипники качения, регламентирует ГОСТ 3478–79 «Подшипники качения. Основные размеры».

Обработка галтелей более сложна, поэтому во всех случаях, когда это допустимо, предусматриваются канавки. Канавки – вторая разновидность *технологических элементов* на переходных участках между ступенями вала.

Стандартные *канавки* со скруглениями необходимы для выхода шлифовального круга при выдерживании размеров посадочных шеек (см. рис. 1.24, б). Их выполняют в соответствии с ГОСТ 8820–69 «Канавки для выхода шлифовального круга».

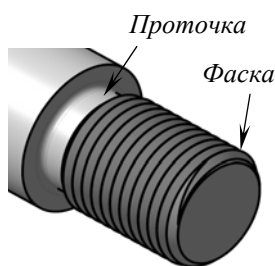


Рис. 1.25. Переход между ступенями вала в форме *проточки*

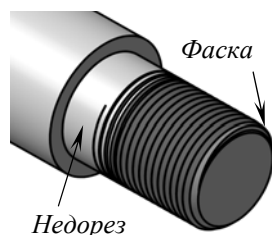


Рис. 1.26. *Недорез* резьбы при выполнении резьбы на ступени вала в упор

Для выхода резьбообразующего инструмента при выполнении резьбы в упор выполняют проточки (см. рис. 1.2, 1.25) или оставляют недорез резьбы (рис. 1.26) в соответствии с ГОСТ 10549–80 «Выход резьбы. Сбеги, недорезы, проточки и фаски».

Канавки, галтели, шпоночные пазы на одном валу желательно иметь *одинаковых размеров*, чтобы производить обработку их одним и тем же инструментом.

Посадочные *концы валов* для установки муфт, шкивов и других деталей, передающих вращающие моменты, выполняют цилиндрическими или коническими стандартных размеров. ГОСТ 12080–66 «Концы валов цилиндрические» устанавливает номинальные размеры цилиндрических концов валов двух исполнений (длинные и короткие) диаметров от 0,8 до 630 мм (см. рис. 1.1, 1.21, 1.22),

а также рекомендуемые размеры концов валов с резьбой. ГОСТ 12081–72 «Концы валов конические с конусностью 1:10» устанавливает основные размеры конических концов валов также двух исполнений (длинные и короткие) и двух типов (с наружной – рис. 1.2 и внутренней резьбой) диаметров от 3 до 630 мм.

На рис. 1.27, 1.28, 1.29 изображен шток силового гидравлического цилиндра, также относящийся к деталям типа «Вал». Он предназначен для восприятия осевых усилий со стороны поршня и передачи их на шарнирно присоединяемые к силовому цилиндру детали приводимого им в действие механизма (не изображен).

Поршень находится под воздействием давления рабочей жидкости, нагнетаемой в полости корпуса силового цилиндра то с одной, то со второй стороны. Под давлением рабочей жидкости шток или выталкивается из корпуса, или втягивается в него, т. е. подвержен деформациям сжатия и растяжения.

Основная наиболее протяженная часть штока выполнена в виде отшлифованного и отполированного цилиндра. Такое высокое качество поверхности необходимо для обеспечения подвижного уплотнения штока в отверстии крышки корпуса, через которое он выведен наружу. Уплотнение обеспечивают резиновыми кольцами, находящимися в специальных канавках отверстия (см. рис. 1.28).

На наружном конце штока расположена проушина для шарнирного присоединения перемещаемой детали (см. рис. 1.27). Такая же проушина имеется и на корпусе устройства (см. рис. 1.28).

На конце штока, находящегося в корпусе, расположено посадочное место под поршень (рис. 1.29). Поскольку поршень должен быть посажен герметично, на этой части штока выполнены канавки под резиновые уплотнительные кольца, размеры и конструкцию которых устанавливает ГОСТ 9833–73 «Кольца резиновые уплотнительные круглого сечения для гидравлических и пневматических устройств».

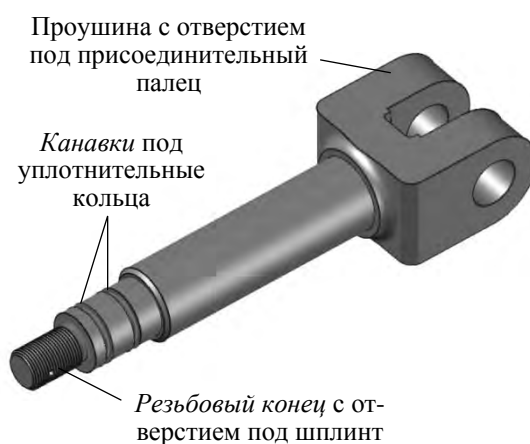


Рис. 1.27. Шток силового гидравлического цилиндра

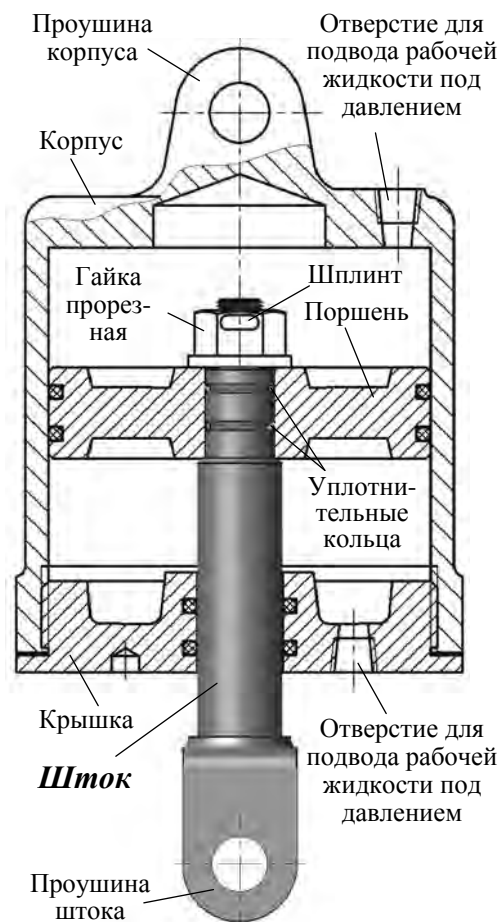


Рис. 1.28. Силовой гидравлический цилиндр

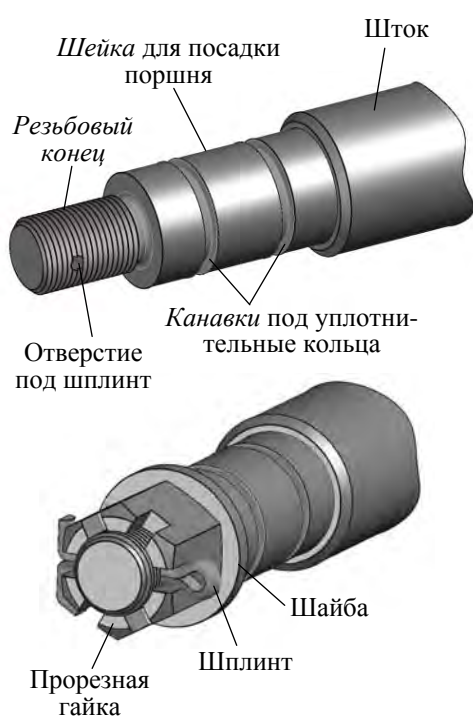


Рис. 1.29. Использование прорезной гайки, стопорящейся шплинтом, на конце штока (для удержания поршня)

Указанные противоположно направленные перемещения клапана обеспечиваются ходовой резьбой, выполненной в нижней части шпинделя. Ходовую резьбу на шпинделях, учитывая односторонний характер его нагружения при прижатии клапана, целесообразно выполнять упорной по ГОСТ 10177–82 «Резьба упорная». К ходовым резьбам относятся также стандартная трапецеидальная резьба по ГОСТ 9484–81 «Резьба трапецеидальная» и прямоугольная – нестандартная.

На нижнем конце шпинделя, находящемся внутри корпуса, выполняют нестандартную проточку для крепления клапана путем обжима (завальцовки) его верхней цилиндрической части.

К нижней плоской части клапана гайкой крепят прокладку, например, из резины или кожи, для герметичного запираания потока жидкости (в этом рабочем состоянии вентили и изображают на сборочных чертежах, см. рис. 1.32).

Среднюю удлиненную цилиндрическую часть вентили выполняют гладкой для герметичного уплотнения ее сальниковой набивкой из пеньки в крышке вентили. По мере необходимости (появлении признаков течи) пеньковую на-

Завершающий с этой стороны штока резьбовый конец предназначен для прорезной гайки, удерживающей поршень на штоке (см. рис. 1.28). Отверстие на его конце позволяет стопорить гайку от самоотвинчивания шплинтом, пропускаемым через ее прорези. Гайки, стопорящиеся шплинтами, регламентируются по ГОСТ 5918–73 «Гайки шестигранные прорезные и корончатые ...» и ГОСТ 5919–73 «Гайки шестигранные прорезные и корончатые низкие ...», а шплинты под них – по ГОСТ 397–79 «Шплинты».

На рис. 1.30, 1.31 и 1.32 изображена еще одна из типичных деталей типа «Вал» – шпиндель водопроводного крана.

Эта деталь предназначена для перемещения клапана внутри корпуса вентили. посредством ее вращения или прижимают клапан к кромке отверстия в перегородке корпуса для перекрытия потока жидкости, или перемещают клапан в обратном направлении для обеспечения прохода жидкости.



Рис. 1.30. Шпиндель водопроводного вентили

бивку обжимают вокруг этой части шпинделя, осаживая ее втулкой (грунд бук-сой) подтягиванием накидной гайки, упирающейся в ее заплечик.

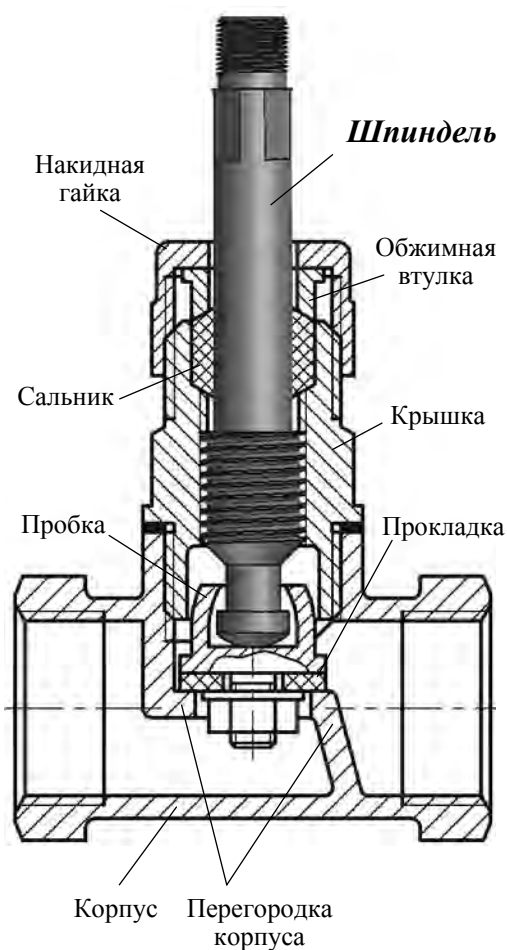


Рис. 1.31. Вентиль водопроводный

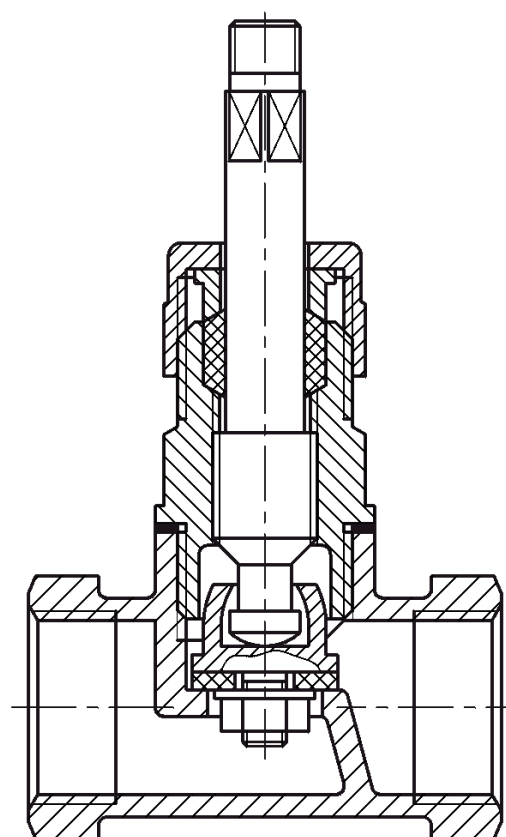


Рис. 1.32. Изображение шпинделя на сборочном чертеже вентиля

На верхнем, находящемся снаружи, конце вентиля выполнен квадратный хвостовик – выфрезерованы 4 лыски – для установки маховичка, предназначенного для вращения шпинделя рукой (не изображен). Для закрепления маховичка гайкой, хвостовик заканчивается метрической резьбой, выполняемой по ГОСТ 8724–2002 «Резьба метрическая».

На рис. 1.31 вентиль показан таким образом, чтобы шпиндель, как изучаемая деталь, выделялся среди других деталей за счет его максимально натуралистичного изображения по сравнению с изображениями остальных деталей, выполненных в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) к сборочным чертежам и чертежам общего вида. На рис. 1.32 приведен тот же чертеж, но уже весь в соответствии с требованиями ЕСКД.

Материалы валов и осей

В качестве материала для валов применяют углеродистую и легированную стали в виде круглого проката, специальных поковок и режы в виде стальных отливок. Валы из этих сталей обладают высокой прочностью и способностью

к поверхностному и объемному упрочнению. Из них легко получают прокаткой цилиндрические заготовки необходимого размера. Они также хорошо обрабатываются на металлорежущих станках. Для валов применяют ковкий и высокопрочный модифицированный чугуны, а в приборостроении – сплавы цветных металлов. Выбор материала, термической и химико-термической обработки определяется конструкцией вала и его опор, техническими условиями на изделие и условиями его эксплуатации.

2. ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ ВАЛОВ

Определение количества изображений, выбор главного вида

Детали данного типа являются комбинированными телами вращения, так как основная геометрическая форма поверхностей – преимущественно цилиндрическая, иногда коническая и реже сферическая, а основной вид обработки – токарная (рис. 2.1).

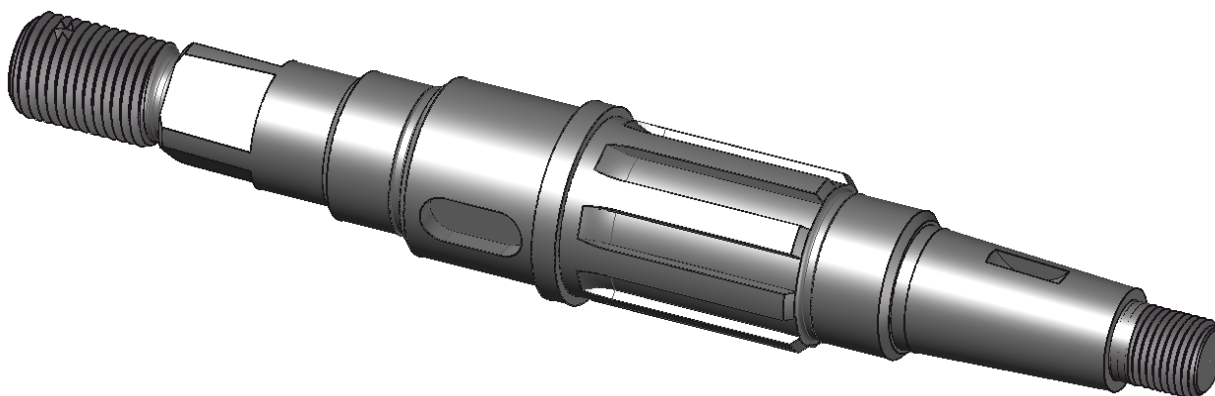


Рис. 2.1. Конструктивные и технологические элементы на валу

Это предопределяет положение *главного изображения* вала на чертеже – параллельное его основной надписи, то есть, геометрическая ось вала должна занимать *горизонтальное положение* (рис. 2.2), что соответствует его положению при обработке на станке (см. рис. П2.1 – П2.4).

На валу, как было рассмотрено в разделе 1, имеются различные конструктивные и технологические элементы (пазы, отверстия, срезы, канавки, проточки и др., см. рис. 2.1), поэтому для выявления формы этих элементов главное изображение вала дополняют *вынесенными сечениями и выносными элементами* (см. рис. 2.2). Для мелких элементов (проточек, канавок, скруглений и фасок на шлицах и др.) выносные элементы изображают *в масштабе увеличения* (см. также рисунки в табл. П3.5, П3.6, П3.8, П5.1 – П5.3).

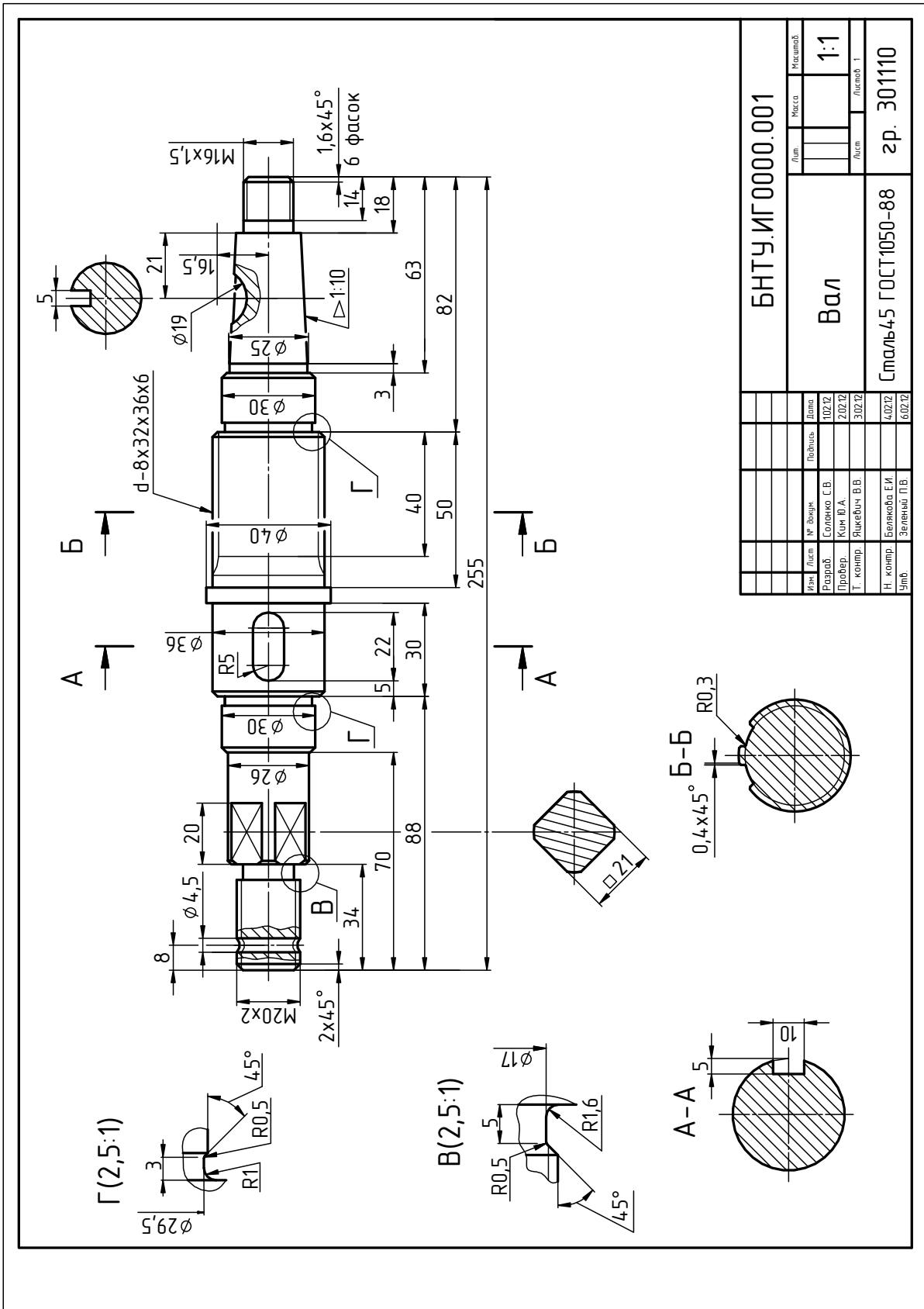


Рис. 2.2. Чертеж вала (учебный)

Таким образом, чертежи вала и других деталей, относящихся к этому типу, состоят из одного основного изображения – главного вида с местными продольными разрезами или без них – и дополняющих его изображений, выполняемых согласно ГОСТ 2.305–2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения». Изображения на другие основные плоскости проекций выполняют по необходимости, например, если вал выполнен с элементами конструкций иного назначения – фланцами, кулачками и т. п.

Выбор формата чертежа и масштаба изображения

Формат чертежа выбирают по ГОСТ 2.301–68 «Форматы» в зависимости от сложности и размеров детали. Размер изображения, определяемый ГОСТ 2.302–68 «Масштабы», должен обеспечивать ясность всех элементов детали.

Изображения должны занимать примерно $2/3$ – $3/4$ поля чертежа*.

Простые детали без сложных конструктивных элементов следует выполнить в масштабе уменьшения (1:2; 1:2,5; 1:4 и т. д.) на форматах малого размера (А4 и даже А5), сложные детали наоборот – применяя масштаб увеличения (2:1; 2,5:1; 4:1 и т. д.) и больший формат, начиная с А3 (например, на рис. 2.2 приведена репродукция чертежа, выполненного в оригинале на формате А3).

При этом толщины и структура линий, рекомендуемых для применения на чертежах ГОСТ 2.303–68 «Линии», должны соответствовать формату чертежа и масштабу изображений на нем. Но на одном и том же чертеже все изображения должны иметь *постоянные и толщину и структуру линий*. Это же относится и к шрифтам согласно ГОСТ 2.304–81 «Шрифты чертежные».

Изображения валов на чертежах должны выполняться в соответствии с ГОСТ 2.305–2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения» и ГОСТ 2.306–68 «Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах», а нанесение размеров – в соответствии с ГОСТ 2.307–68 «Нанесение размеров и предельных отклонений».

Изображение стандартных и нормализованных элементов валов, условности и упрощения на чертежах, нанесение размеров

Размеры ряда конструктивных и технологических элементов валов являются стандартными и соответствуют ГОСТ (см. 1 табл. П1.1).

К *стандартным* конструктивным элементам валов относятся, прежде всего, *шпоночные пазы* и *шлицы*. Те и другие выполняют схожие функции.

* Сказанное в большей степени касается учебных чертежей. На реальных производственных чертежах поле над основной надписью изображениями не занимают, оставляя его для нанесения текстовой информации, относящейся, преимущественно, к технологии изготовления детали, называемой *техническими требованиями*, согласно ГОСТ 2.116–2008 «Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения»; технические требования изучаются на последующих за инженерной графикой этапах обучения в вузах по техническим специальностям, и непременно, после изучения технологии машиностроения).

Паз под *призматическую шпонку* предпочтительно изображать повернутым вперед, чтобы была видна его форма для указания радиуса закруглений (см. рис. 2.2, R5), и где указывают также его длину (размер 22) и положение на ступени вала (размер 5). Глубину и ширину паза указывают на поперечном сечении вала А – А, вынесенном на свободное поле чертежа (размеры 5 и 10).

Если по каким-то причинам не представляется возможным показать шпоночный паз в указанном положении и его изображают повернутым вверх или вниз, то прибегают к местному виду, желательному расположенному в проекционной связи с главным видом, а сечение располагают на линии симметрии изображения, не обозначая и не подписывая его согласно указанному выше ГОСТ 2.305–2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения» (табл. ПЗ.1).

Паз под *сегментную шпонку* изображают, как правило, повернутым вверх (см. рис. 2.2 и табл. ПЗ.3), для того, чтобы, используя местный разрез, показать цилиндрическую форму паза и привести диаметр инструмента для его выполнения (см. размер $\varnothing 19$ на рис. 2.2). Там же указывают привязку фрезы к ступени вала, на которой выполнен сегментный паз (см. размер 21 на рис. 2.2). Остальные размеры приводят на изображении сечения, выполняемого по оси фрезы. При выполнении паза под сегментную шпонку на коническом хвостовике глубину паза задают, привязывая положение оси фрезы к оси вала (см. размер 16,5 на рис. 2.2), а его положение – от меньшего основания конуса (см. размер 21 на рис. 2.2).

Следует обратить внимание на то, как следует правильно указывать глубину шпоночного паза на сечениях. Этот размер привязывают к поверхности цилиндрической ступени вала, на которой он выполнен, задавая его от тонкой линии, изображающей полный профиль сечения (см. рис. 2.2, табл. ПЗ.1 и ПЗ.3).

Шлицы, как было отмечено, выполняют ту же функцию, что и шпонки, но более надежно, благодаря их большому количеству. Их выступающие элементы (зубья) изготавливают заодно целое с валом, нарезают непосредственно на ступени вала. Они располагаются параллельно оси вала и входят в соответствующие им пазы наружной детали (см. рис. 1.1, 1.2, 1.10, 1.14, табл. ПЗ.8). Большое количество шлицев позволяет уменьшить их высоту по сравнению с высотой шпонки и при том же диаметре вала передавать увеличенный крутящий момент. Подвижное шлицевое соединение позволяет перемещать наружную деталь вдоль оси вала в процессе вращения при необходимости.

Шлицы на чертежах валов (рис. 2.2) *изображают условно* – тонкими линиями*. Но вначале толстыми основными линиями изображают цилиндрическую ступень вала с фаской без учета шлицев (фаска на шлицах не является стандартной и назначается конструктором самостоятельно). Затем параллельно

* Все, что касается шлицевых соединений, в данном учебно-методическом пособии относится исключительно к прямобочным шлицевым соединением, причем не потому, что они наиболее распространены в машиностроении, а потому что их проще изображать на учебных чертежах. Наиболее же распространены эвольвентные шлицы, в основном, благодаря простоте изготовления методом обкатки при фрезеровании. Наиболее надежны же шлицы с треугольным зубом, но они и наиболее трудоемки в производстве.

образующим указанной ступени вала проводят тонкие линии на одинаковых расстояниях от образующих. Эти расстояния равны глубине шлицев, а расстояния между тонкими линиями – внутреннему диаметру шлицев (диаметру по впадинам). Вертикальными тонкими линиями обозначают границу прямолинейного (рабочего) участка шлицев (см. размер 40 на рис. 2.2) и границу их полной длины (с учетом выхода фрезы).

Основные *геометрические параметры* шлицев приводят в их условном обозначении на полке линии-выноски, заканчивающейся стрелкой к толстой основной линии (образующей цилиндра). Например, при указании параметров прямобочных шлицев, согласно ГОСТ 1139–80 «Соединения шлицевые прямобочные. Размеры и допуски», буквой в начале обозначения указывают на способ центрирования в шлицевом соединении, числом после тире – количество шлицев (зубьев), числом после первого знака умножения – внутренний диаметр шлицев, числом после второго знака умножения – наружный диаметр шлицев (равен диаметру ступени вала, на котором выполнены шлицы), а последним числом указывают ширину зуба шлицев.

В буквенном обозначении сказанное выглядит, как $d - z \times d \times D \times b$. При этом первая латинская буква d , если она строчная, обозначает, что центрирование в шлицевом сопряжении должно быть выполнено по внутреннему диаметру*, а прописная буква D – по наружному** ($D - z \times d \times D \times b$). Буква b обозначает, что центрирование должно быть выполнено по боковым сторонам*** зубьев ($b - z \times d \times D \times b$). На чертежах все буквы, кроме первой, заменяют соответствующими числовыми значениями, назначаемыми по таблицам указанного ГОСТ, так как шлицы – это стандартный элемент вала (см. табл. ПЗ.8). Приведенное на рис. 2.2 обозначение шлицев на валу в виде $d - 8 \times 32 \times 36 \times 6$ расшифровывается так: прямобочные шлицы легкой серии с центрированием по внутреннему диаметру d , с числом зубьев $z = 8$, с внутренним диаметром $d = 32$ мм, наружным диаметром $D = 36$ мм и шириной зуба $b = 6$ мм.

Кроме того, условное изображение шлицев на главном виде дополняют поперечным сечением этой части вала, вынесенным на свободном поле чертежа, например, Б – Б на рис. 2.2. Оно необходимо для того, чтобы на нем указать размеры фасок на зубьях и радиусы закруглений во впадинах между ними. При этом прибегают и к изображению фрагмента сечения на выносном элементе в масштабе увеличения, если в этом возникает необходимость (см., например,

*Центрирование по внутреннему диаметру самый точный и дорогой способ центрирования. Вал фрезеруют и продольно шлифуют по внутреннему диаметру и боковым поверхностям шлицев, втулку протягивают и шлифуют по внутреннему диаметру. Применяется при закаленных втулке и вале.

**Центрирование по наружному диаметру – самый простой и дешевый способ центрирования. Вал фрезеруют и шлифуют по наружному диаметру, втулку протягивают. Применяется при отсутствии термообработки поверхности отверстия втулки или при ее термическом улучшении.

***Центрирование по боковым сторонам обеспечивает наиболее равномерное распределение нагрузки между шлицами; точность центрирования невысока. Вал фрезеруют и продольно шлифуют по боковым поверхностям шлицев, втулку протягивают. Применяется для тяжело нагруженных соединений при термически улучшенной поверхности отверстия втулки.

выносной элемент **Б** на рис. в табл. ПЗ.8). Выносной элемент может содержать подробности, не изображенные на изображении, где он обозначен.

При применении выносного элемента соответствующее место обводят замкнутой сплошной тонкой линией – окружностью или овалом и обозначают его прописной буквой на полке линии-выноски. Над изображением выносного элемента указывают ту же букву и масштаб увеличения, в котором он выполнен (см. рис. 2.2, табл. ПЗ.5, ПЗ.8 и П5.1 – П5.3).

При изображении поперечного сечения шлицев применяют условность, используемую при изображении многократно повторяющихся одинаковых элементов согласно ГОСТ 2.305–2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения» – изображают профиль одного выступа и двух смежных с ним впадин, как показано на сечении **Б – Б** (см. рис. 2.2, табл. ПЗ.8).

Резьба на валах и других деталях, относящихся к этому типу, может применяться, как было рассмотрено в разделе 1, в двух случаях – для крепления деталей и в качестве ходовой (см. рис. 1.21–1.23 и 1.30–1.32). При этом все резьбы, согласно ГОСТ 2.311–68 «Изображение резьбы», изображаются одинаково условно – сплошными тонкими линиями по внутреннему (на стержне) и наружному (в отверстии) диаметрам. Их проводят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более размера шага резьбы. *Границу резьбы* изображают толстой основной линией перпендикулярно оси резьбы без учета сбег резьбы и проводят до линии наружного диаметра (см. рис. 2.2–2.6, табл. П5.2 и П5.3). Штриховку на разрезах и сечениях наносят до сплошных основных линий, соответствующих внутреннему диаметру резьбы. В соединении резьбу изображают, как показано на рис. 1.22, 1.23, 1.31 и 1.32.

Каждый тип резьбы различают по условному буквенному обозначению: **М** – метрическая, **Г** – трубная цилиндрическая, **Р** – трубная коническая (наружная), **Рс** – трубная коническая (внутренняя), **К** – коническая дюймовая, **МК** – метрическая коническая, **Тг** – трапецеидальная, **S** – упорная и т. д.

Метрическая резьба, согласно ГОСТ 9150–2002 «Резьба метрическая. Профиль», является основным видом *крепежной* резьбы, которую выполняют непосредственно на соединяемых деталях или на стандартных изделиях: болтах, винтах, шпильках, гайках. Ее размеры устанавливает ГОСТ 24705–2004 «Резьба метрическая. Основные размеры». Резьба выполняется с крупным и мелким шагом, причем мелкий шаг может быть разным для одного и того же диаметра, а крупный имеет только одно значение согласно ГОСТ 8724–2002 «Резьба метрическая. Диаметры и шаги». Крупный шаг в условном обозначении резьбы не указывается, равно как и правое направление ее витков. Отличительной особенностью метрической резьбы является треугольный профиль с углом при вершине (впадине) 60° (подробнее см. в прил. 4, рис. П4.1).

Обозначений крепежной резьбы на чертеже вала, приведенного на рис. 2.2, следует понимать, как: **M20×2** – резьба метрическая, номинальный диаметр 20 мм, шаг мелкий 2 мм, правая; **M16×1,5** – резьба метрическая, номинальный диаметр 16 мм, шаг мелкий 1,5 мм, правая. Другие варианты ее условных обозначений: **M24** – резьба метрическая, номинальный диаметр 24 мм, шаг крупный, пра-

вая; **M24-LH** – резьба метрическая, номинальный диаметр **24** мм, шаг крупный, левая; **M24×2-LH** – резьба метрическая, номинальный диаметр **24** мм, шаг мелкий **2** мм, левая.

Трубная цилиндрическая, трубная коническая, коническая дюймовая и коническая метрическая резьбы применяют на деталях в форме валов в связи с необходимостью повода к выполненным в них отверстиям смазывающей жидкости или жидкости другого назначения, а также воздуха или газа. Основным назначением этих резьб, кроме функции крепления советующих резьбовых фитингов, является обеспечение герметичности соединений.

Трубная цилиндрическая резьба, выполняемая по ГОСТ 6357–81 «Резьба трубная цилиндрическая», применяется не только в соединениях с аналогичной резьбой, но также в соединениях с наружной конической резьбой, выполняемой по ГОСТ 6211–81 «Резьба трубная коническая» (в этом случае цилиндрическую трубную резьбу выполняют только внутренней, т. е. в отверстии). Отличительной особенностью трубной резьбы является треугольный профиль с углом при вершине (впадине) 55° , со скругленными вершинами и впадинами (подробнее о трубной резьбе см. рис. П4.2).

Примеры условных обозначений трубной цилиндрической резьбы на чертежах следует понимать, как: **G1/2-A** – резьба трубная цилиндрическая с диаметром проходного сечения трубы $1/2$ дюйма (внутреннего сечения трубы на просвет), правая, класс точности – **A**; **G3/4LH-B** – резьба трубная цилиндрическая с диаметром проходного сечения трубы $3/4$ дюйма, левая, класс точности – **B**. Таким образом, размер резьбы, выполняемой снаружи трубы, или внутри навинчиваемого на нее фитинга, или в отверстии вала для подвода смазывающей жидкости, выбирается по стандарту из таблиц, исходя из размера отверстия в трубе для прохода жидкости.

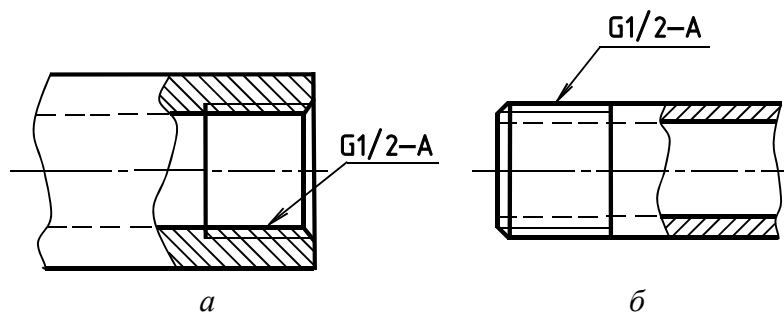


Рис. 2.3. Обозначение на чертеже трубной резьбы:
a – внутренней; *б* – наружной (в обоих случаях в обозначении резьбы свинчиваемых деталей в дюймах указывается диаметр проходного отверстия в трубе, на которой выполнена наружная резьба, то есть изображенной справа)

По стандарту из таблиц, исходя из размера отверстия в трубе для прохода жидкости. Поскольку это обозначение не связано с заданием наружного диаметра трубной резьбы, как у других типов резьб, его приводят на полке линии-выноски, заканчивающейся стрелкой к основной толстой линии снаружи на изображении трубы (рис. 2.3, *б*) или к основной толстой линии в резьбовом отверстии (рис. 2.3, *а*).

Как правило, крепежные резьбы выполняют на цилиндрических стержнях и в цилиндрических отверстиях. В некоторых случаях, например, для герметичных соединений, резьбу выполняют на стандартных конических стержнях и в таких же отверстиях с конусность $1:16$ (угол при вершине конуса равен $3^\circ 34' 48''$) согласно ГОСТ 6211–81 «Резьба трубная коническая», или ГОСТ 6111–52

«Резьба коническая дюймовая с углом профиля 60°», или ГОСТ 25229–82 «Резьба коническая метрическая».

Примеры условных обозначений *трубной конической* резьбы на чертежах следует понимать, как: $R3/4$ – резьба наружная трубная коническая 3/4 дюйма, правая; $R_c3/4$ – резьба внутренняя трубная коническая 3/4 дюйма, правая (рис. 2.4).

В обозначении *конической дюймовой* резьбы, помимо ее основного параметра, указывают и *единицу измерения* этого параметра – дюйм, а также номер стандарта, например: $K3/4"$ ГОСТ 6111-52 – резьба коническая дюймовая 3/4 дюйма, правая (в дюймах указывают диаметр отверстия в присоединяемой трубе).

В обозначении *конической метрической* резьбы указывают, например: $MK20 \times 1,5$ – резьба коническая метрическая номинальным диаметром 20 мм и шагом 1,5 мм, правая (рис. 2.5).

Номинальные диаметры метрических конических резьб измеряют в, так называемых, *основных* плоскостях. Эти плоскости смещены на некоторые расстояния l_1 и l_2 (см. рис. 2.5) от торцев деталей, на которых они выполнены, причем как у наружной, так и внутренней резьб, в отличие от других типов конических резьб, рассмотренных выше (у рассмотренных выше конических резьб основная плоскость у детали с внутренней резьбой совпадает с торцом детали, см. рис. 2.4).

В случае соединения наружной метрической конической резьбы с внутренней *цилиндрической* резьбой с профилем по ГОСТ 9150–2002 «Резьба метрическая. Профиль», что также устанавливает упомянутый ГОСТ 25229–82 «Резьба коническая метрическая», этот стандарт указывают в обозначении резьбы, например: $M20 \times 1,5$ ГОСТ 25229–82 – резьба цилиндрическая номинальным диаметром 20 мм и шагом 1,5 мм, правая (рис. 2.6). Соединение внутренней цилиндрической резьбы с наружной конической резьбой обозначают дробью M/MK , например: $M/MK 20 \times 1,5$ ГОСТ 25229–82.

В обозначениях всех левых конических резьб используют прописные буквы латинского алфавита LH, например: $R3/4LH$ – резьба *наружная* трубная коническая 3/4 дюйма, левая; $R_c3/4LH$ – резьба *внутренняя* трубная коническая 3/4 дюйма, левая; $M/MK 20 \times 1,5LH$ ГОСТ 25229–82 – соединение внутренней

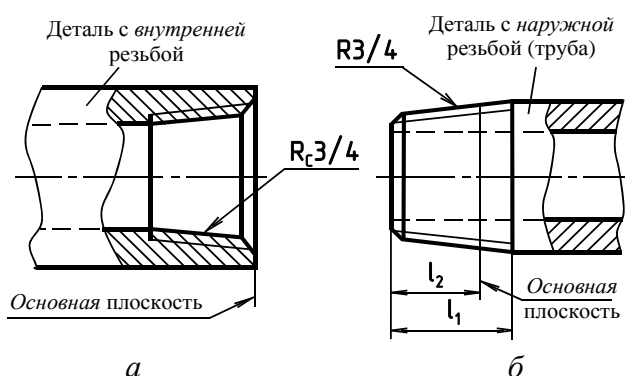


Рис. 2.4. Обозначение на чертеже трубной конической резьбы: а – внутренней; б – наружной

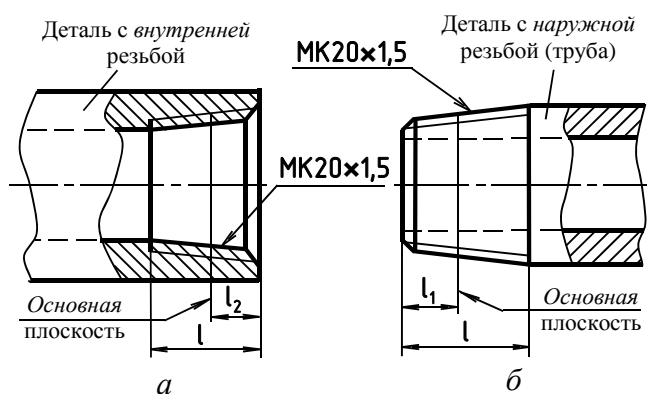


Рис. 2.5. Обозначение на чертеже метрической конической резьбы: а – внутренней; б – наружной

цилиндрической резьбы с наружной метрической конической резьбой номинальным диаметром 20 мм и шагом 1,5 мм, с левой резьбой.



Рис. 2.6. Обозначение на чертеже внутренней цилиндрической резьбы с профилем по ГОСТ 9150–2002 (а), соединяемой с наружной метрической конической резьбой (б) по ГОСТ 25229–82

Ходовые винты, предназначенные для преобразования вращения в линейное перемещение посаженных на них деталей – гаек, являются разновидностью валов, называемой вал-винт. Выполняемая на них, так называемая, *ходовая резьба* может быть стандартной – *трапецидальной*, или *упорной*, или нестандартной – *прямоугольной*.

Трапецидальная резьба характеризуется профилем в форме равнобоковой трапеции с углом 30° между боковыми сторонами и выполняется в соответствии с ГОСТ 9484–81 «Резьба трапецидальная. Профили».

Трапецидальная резьба может быть *однозаходной*, согласно ГОСТ 24738–81 «Резьба трапецидальная однозаходная. Диаметры и шаги», и *многозаходной*^{*}, согласно ГОСТ 24739–81 «Резьба трапецидальная многозаходная» (подробнее о ходовых резьбах см. рис. П4.3, а).

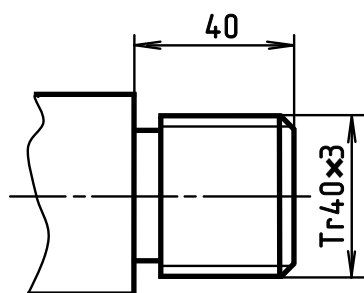


Рис. 2.7. Обозначение на чертеже трапецидальной резьбы

В обозначение *однозаходной* трапецидальной резьбы входит буквенное обозначение **Tr**, значение наружного диаметра в мм и шаг в мм. При левой резьбе в конце добавляется **ЛН**. Примеры ее условного обозначения: **Tr40x3** – трапецидальная однозаходная резьба с наружным диаметром 40 мм, шагом 3 мм, правая (рис. 2.7); **Tr40x3ЛН** – трапецидальная однозаходная резьба с наружным диаметром 40 мм, шагом 3 мм, левая.

В обозначение *многозаходной* трапецидальной резьбы входит то же самое буквенное обозначение **Tr**, значение наружного диаметра в мм, ход в мм, а в скобках – буква **P** с шагом в мм. При обозначении левой резьбы в конце добавляют **ЛН**. Примеры условного обозначения многозаходной трапецидальной резьбы: **Tr40x6(P3)** – трапецидальная двухзаходная резьба с наружным диаметром 40 мм, ходом 6 мм и шагом 3 мм, правая; **Tr40x6(P3)ЛН** – трапецидальная двухзаходная резьба с на-

^{*}Образование многозаходной резьбы можно представить, как винтовое движение по поверхности цилиндра ни одного, а нескольких трапецидальных профилей. В результате угол подъема такой винтовой поверхности возрастает в несколько раз, превышая угол трения поверхностей контактирующих деталей в таком резьбовом соединении. Благодаря этому эффект самоторможения в винтовой паре, при котором было невозможно преобразование поступательного движения во вращательное, исчезает. Винтовая пара приобретает свойство преобразовывать поступательное движение гайки во вращение винта, что применяется, например, в некоторых механических дрелях и шуруповертах.

ружным диаметром 40 мм, ходом 6 мм и шагом 3 мм, левая (количество заходов резьбы определяется делением значения ее хода на шаг).

Упорная резьба характеризуется профилем в форме неравнобокой трапеции с углом рабочей стороны 3° и нерабочей – 30° в соответствии с ГОСТ 10177–82 «Резьба упорная. Профили и основные размеры». Она, как и трапецеидальная резьба, может быть однозаходной и многозаходной и предназначена для передачи больших усилий, действующих в одном направлении: в домкратах, прессах и т. п. (подробнее см. рис. П4.3, б).

Обозначение однозаходной упорной резьбы аналогично тому, что используется для трапецеидальной, за исключением первых букв. Вместо них используется одна прописная буква латинского алфавита – *S*. Для указания того, что резьба является левой, в конце добавляется *LH*. Примеры условного обозначения упорной резьбы: **S52×3** – упорная однозаходная резьба с наружным диаметром 52 мм, шагом 3 мм, правая; **S52×3LH** – упорная однозаходная резьба с наружным диаметром 52 мм, шагом 3 мм, левая; **S52×6(P3)** – упорная двухзаходная резьба с наружным диаметром 52 мм, шагом 3 мм (рис. 2.8); **S52×6(P3)LH** – упорная двухзаходная резьба с наружным диаметром 52 мм и шагом 3 мм, левая.

Прямоугольная резьба имеет прямоугольный (или квадратный) нестандартный профиль, поэтому на чертеже указываются все ее размеры (она не имеет условного обозначения). Резьба применяется для передачи движения в тяжело нагруженных резьбовых соединениях – в грузовых и ходовых винтах.

Как видно из рис. 2.9, для задания размеров этой резьбы на чертеже указывают: шаг резьбы (см. размер 4 мм), ширину прорези (см. размер 2 мм), внутренний диаметр ($\varnothing 20$ мм), наружный диаметр – ($\varnothing 24$ мм). Для нанесения этих размеров на главном виде местным разрезом показывают профиль резьбы или его изображают на выносном элементе в масштабе увеличения (рис. 2.10). Если прямоугольная резьба является многозаходной и/или с левым направлением, эти сведения приводят на полке-выноске (рис. 2.9).

К *стандартным технологическим элементам* резьбы относят фаски, недорезы, проточки. Форму

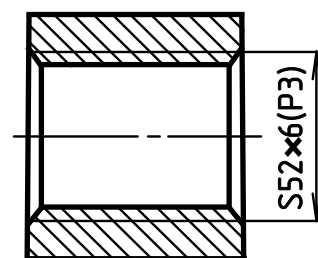


Рис. 2.8. Обозначение на чертеже упорной резьбы

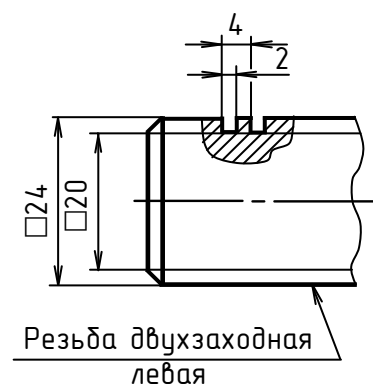


Рис. 2.9. Указание размеров нестандартной прямоугольной резьбы на местном разрезе

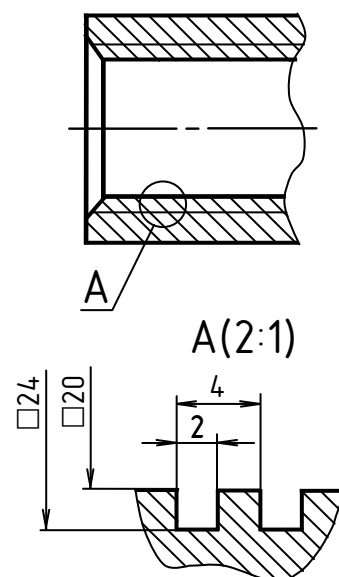


Рис. 2.10. Указание размеров нестандартной прямоугольной резьбы на выносном элементе

и размеры этих устанавливает ГОСТ 10549–80 «Выход резьбы. Сбеги, недорезы, проточки и фаски»: *фаски* необходимы для обеспечения процесса сборки свинчиваемых деталей; *проточки* – для свободного выхода резца при нарезании резьбы как на стержне (наружная проточка), так и в отверстии (внутренняя проточка); *недорезы* остаются при выполнении резьбы в упор. Размеры и форма указанных технологических элементов на валах назначаются в зависимости от шага резьбы (табл. П5.2 и П5.3).

Фаски выполняют также и на гладких шейках валов (см. рис. 1.4 и 1.5) для притупления острых кромок и облегчения процесса сборки – насаживания деталей. Как правило, фаски выполняют под углом 45° , однако этот угол может быть 30° или 60° . На рис. 2.2 показано, как следует указывать размеры фаски с одной и той же высотой конуса – следует наносить размеры только одной из них, но обязательным указать количества таких фасок (см. на рис. 2.2 фаски $1,6 \times 45^\circ$, количество которых 6 шт.).

Встречаемые на валах *галтели* – элементы в виде скруглений внутренних углов в местах переходов с одной ступени вала ко второй (см. рис. 1.24), служащие для уменьшения концентрации напряжений – являются стандартными элементами, равно как и фаски. И те, и другие определяют по одному и тому же ГОСТ 10948–64 «Радиусы закруглений и фаски. Размеры» (табл. П3.4). Однако этот стандарт *не распространяется* на размеры фасок резьб, фасок и радиусов скруглений технологических проточек и канавок.

Канавки, относящиеся к технологическим элементам валов, выполняют в конце шлифуемых ступеней вала (перед ступенями большего диаметра) для того, как указывалось в разделе 1, чтобы упростить его производство. Их выполняют взамен галтелей, которые только по форме просты, но технологически получать их сложнее. Канавки необходимы для обеспечения свободного выхода шлифовального круга в конце шлифуемой ступени и во избежание отклонения ее формы от цилиндрической в этом месте из-за неизбежного закругления кромок шлифовального круга в процессе работы. Форму и размеры канавок устанавливает ГОСТ 8820–69 «Канавки для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании» (табл. П5.1).

ГОСТ 13940–86 «Кольца пружинные упорные плоские и канавки для них» устанавливает форму и размеры канавок под стопорные кольца для удержания деталей на валу от осевого смещения (см. рис. 1.2 и 1.7, табл. П3.5).

Посадочные места под резиновые кольца на штоках силовых цилиндров (см. рис. 1.27–1.29) для их радиального уплотнения выполняют в форме канавок, устанавливаемых ГОСТ 9833–73 «Кольца резиновые уплотнительные круглого сечения для гидравлических и пневматических устройств» (табл. П3.6).

Особенностью рабочих чертежей валов является изображение на главном виде проточек и канавок *упрощенно* – без закруглений и конусов. Далее этот фрагмент обводят окружностью или овалом и ему присваивают буквенное обозначение, указываемое на полке-выноске. Затем на свободном поле чертежа по стандартным размерам выполняют изображение проточки или канавки в масштабе увеличения и надписывают той же буквой, рядом в скобках указывая упомянутый

масштаб согласно ГОСТ 2.305–2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения» (см. рис. 2.2, а также фрагмент этого чертежа на рис. 2.11 и табл. П5.1–П5.3).

Лыски и призматические элементы относятся к *нормализованным конструктивным* элементам, выполняемым по нормалам предприятий – сводным документам, отражающим ряды однотипных изделий и их составных частей. При их изображении в обязательном порядке выполняют сечения для отражения формы и нанесения размеров (см. размер $\square 21$ на рис. 2.11). Если некоторые основные контурные линии сечения наклонены под углом 45° , как на рис. 2.11, то направление штриховки меняют на 30° или 60° согласно ГОСТ 2.306–68 «Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах». Элементы с плоскими гранями используются при необходимости для поворота детали гаечным ключом и поэтому их размеры должны соответствовать ГОСТ 6424–73 «Зев (отверстие), конец ключа и размер под «ключ» (табл. П3.9).

Правила нанесения размеров, включая способы нанесения размеров вала по длине, обусловлены технологией его изготовления, о чем подробнее см. в прил. 2.

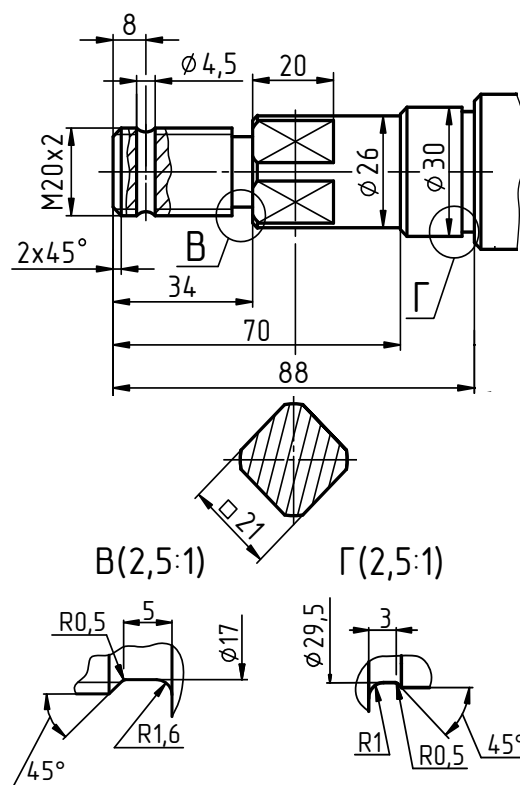


Рис. 2.11. Указание на чертеже размеров конструктивных и технологических элементов

Нанесение обозначений материалов на рабочих чертежах деталей

На рабочих чертежах деталей необходимые данные о материале, из которого она должна быть изготовлена, указывают в основной надписи в графе 3, приводя марку материала в соответствии со стандартом.

ГОСТ 380–2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» устанавливает следующие марки сталей: Ст0, Ст1кп, Ст1пс, Ст1сп, Ст2кп, Ст2пс, Ст2сп, Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп, Ст3Гпс, Ст3Гсп, Ст4кп, Ст4пс, Ст4сп, Ст5кп, Ст5пс, Ст5сп, Ст5Гпс, Ст6кп, Ст6пс, Ст6сп. Цифрой обозначают условный номер стали в зависимости от химического состава. Буквой «Г» обозначают марганец при его массовой доле 0,80% и более. Буквы «кп», «пс» и «сп» обозначают степень раскисления стали: «кп» – кипящая; «пс» – полуспокойная; «сп» – спокойная. Примеры указания марки стали в графе 3 основной надписи: Ст0 ГОСТ 380–2005; Ст1кп ГОСТ 380–2005; Ст3Гпс ГОСТ 380–2005.

ГОСТ 1050–88 «Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия» устанавливает следующие марки сталей: 08, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 58 (55пп) и 60 диаметром или толщиной до 250 мм.

В обозначение этой стали, приводимом в графе 3 основной надписи, входит двузначное число, указывающее на среднее содержание углерода в сотых долях процента, например: **Сталь 30 ГОСТ 1050-88; Сталь 45 ГОСТ 1050-88.**

ГОСТ 1435-99 «Прутки, полосы, мотки из *инструментальной* нелегированной стали» устанавливает следующие марки стали: У7, У8, У8Г, У9, У10, У12, У7А, У8А, У8ГА, У9А, У10А, У12А. Буквы и цифры в обозначении этой марки стали означают: У – углеродистая сталь; расположенные за этой буквой цифры указывают на среднюю массовую долю углерода в десятых долях процента, содержащегося в стали; буква Г указывает на повышенную долю марганца в стали. Примеры указания марки инструментальной стали в графе 3 основной надписи: **У8 ГОСТ 1435-99; У8ГА ГОСТ 1435-99; У12 ГОСТ 1435-99.**

ГОСТ 4543-71 «Прокат из *легированной* конструкционной стали. Технические условия» устанавливает следующие группы марок качественной, высококачественной и особовысококачественной сталей, главным отличием которых является содержание основного легирующего компонента: хромистая (15ХА, 20Х и др.), марганцовистая (15Г, 25 Г и др.), хромомарганцовая (18ХГ, 25ХГТ и др.), хромокремнистая (33ХС, 40ХС и др.), хромомолибденовая и хромомолибденованадиевая (15ХМ, 30ХЗМФ), хромованадиевая (15ХФ и 40ХФА), никель-молибденовая (15Н2М и 20Н2М), хромоникелевая и хромоникелевая с бором (12ХН, 20ХН3А, 20ХНР и др.), хромокремнемарганцовая и хромокремнемарганцовоникелевая (20ХГСА, 30ХГСН2А и др.), хромомарганцовоникелевая (14ХГН и др.) и хромомарганцовоникелевая с титаном и бором (20ХГНТР и др.), хромоникельмолибденовая (20ХН2М, 38ХН3МА и др.), хромоникельмолибденованадиевая и хромоникельванадиевая (30ХН2МФА, 20ХН4ФА и др.), хромоалюминиевая с молибденом (38Х2МЮА), хромомарганцовоникелевая с молибденом и титаном (20ХНМ, 25ХГНТ и др.). В обозначении легированных сталей первые две цифры указывают среднюю массовую долю углерода в сотых долях процента. Буквы за цифрами означают: Р – бор, Ю – алюминий, С – кремний, Т – титан, Ф – ванадий, Х – хром, Г – марганец, Н – никель, М – молибден, В – вольфрам. Цифры после буквы указывают примерную массовую долю легирующего элемента в целых единицах. Отсутствие цифры означает, что в стали содержится менее 1,5 % этого легирующего элемента. Буква А в конце наименования марки стали обозначает, что это «высококачественная сталь». «Особовысококачественная сталь» обозначается буквой Ш через тире. Примеры обозначений: 30ХГС – качественная сталь; 30ХГСА – высококачественная; 30ХГС-Ш и 30ХГСА-Ш – особовысококачественная. Примеры указания марки инструментальной стали в графе 3 основной надписи: **Сталь 20ХН ГОСТ 4543-71; Сталь 30ХГСА ГОСТ 4543-71.**

ГОСТ 977-88 «Отливки стальные. Общие технические условия» распространяется на стальные отливки, изготавливаемые всеми способами литья из нелегированных (15Л, 20Л, 25Л, 30Л, 35Л, 40Л, 45Л, 50Л) и легированных (40ХЛ, 35ХГСЛ, 35НГМЛ, 20ФЛ, 20ДХЛ и др.) конструкционных *литейных сталей*. В обозначении марок литейных сталей первые цифры указывают среднюю долю или максимальную (при отсутствии нижнего предела) массовую долю углерода в сотых долях процента; буквы за цифрами означают: Г – марганец

нец; Н – никель; С – кремний; Д – медь; Ф – ванадий, Х – хром; М – молибден; Л – литейная. Примеры указания марки литейной стали: 35ХГСЛ ГОСТ 977-88; 25Л ГОСТ 977-88; 40ХЛ ГОСТ 977-88; 35НГМЛ ГОСТ 977-88.

ГОСТ 1412-85 «Чугун с пластическим графитом для отливок. Марки» устанавливает следующие марки *серого чугуна*: СЧ10, СЧ15, СЧ18, СЧ20, СЧ21, СЧ24, СЧ25, СЧ30 и СЧ35. В своем обозначении марка чугуна содержит величину минимального временного сопротивления при растяжении (первые две цифры после букв) в МПа · 10⁻¹ (кгс/мм²), например: СЧ18 ГОСТ 1412-85.

ГОСТ 1215-79 «Отливки из *ковкого чугуна*. Общие технические условия» устанавливает следующие марки: КЧ 30-6, КЧ 33-8, КЧ 35-10, КЧ 37-12 ферритного класса, характеризующегося ферритной или ферритно-перлитной микроструктурой металлической основы; КЧ 45-7, КЧ 50-5, КЧ 55-4, КЧ 60-3, КЧ 65-3, КЧ 70-2, КЧ 80-1,5 перлитного класса, характеризующегося в основном перлитной микроструктурой металлической основы. В своем обозначении этот чугун содержит величину временного сопротивления разрыву (первые две цифры после букв) в МПа · 10⁻¹ (кгс/мм²) и относительное удлинение в % (цифры после тире), например: КЧ 35-10-Ф ГОСТ 1215-79 – отливка из ковкого чугуна ферритного класса; КЧ 60-3-П ГОСТ 1215-79 – отливка из ковкого чугуна перлитного класса.

Из сплавов цветных металлов в машиностроении наибольшее значение имеют медные, а также легкие алюминиевые, магниевые и титановые сплавы.

Латунь – это сплав двух основных компонентов – меди и цинка. Маркируют латуни буквой Л, затем буквами (А – алюминий; Мц – марганец; Ж – железо; Н – никель; Б – бериллий; К – кремний; О – олово; С – свинец) обозначают входящие в нее элементы (кроме меди) и указывают их содержание в процентах. ГОСТ 15527-2004 «Сплавы медно-цинковые (латуни), *обрабатываемые давлением*. Марки» устанавливает химический состав: простых (двойных) латуней Л96, Л63; свинцовых латуней ЛС74-3, ЛС64-2, ЛС63-3, ЛС58-2, ЛС58-3, ЛС59-2, ЛЖС58-1-1; сложнолегированных латуней – ЛО70-1; ЛО62-1; ЛКБО62-0,2-0,04-0,5; ЛОК 59-1-0,3; ЛК62-0,5; ЛАЖ 60-1-1; ЛАН 59-3-2; ЛЖМц 59-1-1; ЛМц58-2 (приведены только марки латуней для заготовок в форме прутков). Первое число в обозначении латуни указывает на среднее содержание меди – главного компонента сплава. Остальное – это цинк. Но в состав латуней могут входить и другие химические компоненты, которые добавляют к меди и цинку. Их среднее содержание в процентах в обозначении указывают через тире в порядке, соответствующем приведенным буквенным обозначениям этих компонентов. Примеры указания марок латуней: Л63 ГОСТ 15527-2004 (где содержание в процентах: 63 – медь; остальное – цинк); ЛС59-2 ГОСТ 15527-2004 (59 – медь; 2 – свинец; остальное – цинк).

ГОСТ 17711-93 «Сплавы медно-цинковые (латуни) *литейные*. Марки» устанавливает химический состав следующих латуней: свинцовых ЛЦ40С и ЛЦ40Сд; марганцовых ЛЦ40Мц1,5; марганцово-железных ЛЦ40Мц3Ж и марганцово-алюминиевых ЛЦ40Мц3А; марганцово-свинцовых ЛЦ38Мц2С2; алюминиевых ЛЦ30А3; оловянно-свинцовых ЛЦ25С2; алюминиево-железо-марганцевых ЛЦ23А6Ж3Мц2; кремнистых ЛЦ16К4; кремнисто-свинцовых ЛЦ14К3С3 (ря-

дом с буквами, обозначающими основные химические компоненты, добавляемые к меди, указано их среднее содержание в процентах: О – олово; Ц – цинк; С – свинец; Ф – фосфор; Н – никель). Примеры указания марки латуни: **ЛЦ40С ГОСТ 17711-93** (где содержание в процентах: 40 – цинк; 1 – свинец; остальное – медь); **ЛЦ40МцЗА ГОСТ 17711-93** (40 – цинк; 3 – марганец; 1 – алюминий; остальное – медь).

Бронзами оловянными называются сплавы меди с оловом, *безоловянными* – с алюминием, бериллием, кремнием, свинцом. Кроме указанных элементов, бронзы дополнительно легируют фосфором, цинком, марганцем, железом, калием, титаном. Маркируют бронзы буквами **Бр**, затем обозначают входящие в нее элементы (кроме меди) и их содержание в процентах, как это указано выше для латуней. По технологическим свойствам бронзы делятся на *литейные* и *деформируемые* (обрабатываемые давлением).

ГОСТ 613-79 «Бронзы оловянные *литейные*. Марки» устанавливает химический состав сплавов следующих марок: БрОЗЦ12С5, БрОЗЦ7С5Н1, БрО4Ц7С5, БрО4С17, БрО5Ц5С5, БрО5С25, БрО6Ц6С3, БрО8Ц4, БрО10Ф1, БрО10Ц2, БрО10С10 (рядом с буквами, обозначающими основные химические компоненты, добавляемые к меди, указано их среднее содержание в процентах: О – олово; Ц – цинк; С – свинец; Ф – фосфор; Н – никель). Пример указания марки: **БрО4Ц7С5 ГОСТ 613-79** (где содержание в процентах: 4 – олово; 7 – цинк; 5 – свинец; остальное – медь).

Бронзы деформируемые (обрабатываемые давлением) изготовляют двух видов: *оловянные* и *безоловянные*. Эти бронзы поставляют в виде полос, лент, *прутков*, проволоки и трубок.

ГОСТ 5017-2006 «Бронзы оловянные, обрабатываемые давлением. Марки» устанавливает химический состав сплавов следующих марок: БрОФ7-0,2; БрОФ6,5-0,15; БрОЦ4-3 (приведены только марки бронз для заготовок в форме прутков). Вслед за буквами (О – олово; Ф – фосфор; Ц – цинк), обозначающими основные химические компоненты, добавляемые к меди, указано их среднее содержание в процентах. Примеры обозначения марок бронз: **БрОФ7-0,2 ГОСТ 5017-2006** (где содержание в процентах: 7 – олово; 0,2 – фосфор; остальное – медь); **БрОЦ4-3 ГОСТ 5017-2006** (4 – олово; 3 – цинк; остальное – медь).

ГОСТ 18175-78 «Бронзы *безоловянные*, обрабатываемые давлением. Марки» устанавливает химический состав сплавов следующих марок бронз: алюминиевых БрА5; БрА7-4, БрАМц9-2; БрАМц10-2, БрАЖ9-4; БрАЖМц10-3-1,5, БрАЖН10-4-4, БрАЖНМц9-4-4-1; бериллиевых БрБ2; кремниевых БрКМц3-1, БрКН1-3; марганцевых БрМц5; кадмиевых БрКд1; магниевых БрМг0,3 (вслед за буквами, обозначающими основные химические компоненты, добавляемые к меди, указано, соответственно, их среднее содержание в процентах: А – алюминий; Мц – марганец; Ж – железо; Н – никель; Б – бериллий; Т – титан; Мг – магний; К – кремний; Кд – кадмий; О – олово; Ц – цинк; С – свинец; Ф – фосфор). Примеры указания марки: **БрАМц9-2 ГОСТ 18175-78** (где содержание в процентах: 9 – алюминий; 2 – марганец; остальное – медь); **БрБ2 ГОСТ 18175-78** (2 – бериллий; остальное – медь).

ГОСТ 4784–97 «Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки» устанавливает, в частности, химический состав сплавов следующих марок в прутках и поковках: АК4, АК6, АК8 и др. ГОСТ 1583-93 «Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия» – сплавов следующих марок в отливках и чушках: АК12 (или АЛ2), АК13, АК9, АК7 и др. Примеры указания марки: АК4 ГОСТ 4784–97; АЛ2 ГОСТ 1583–93; АК7 ГОСТ 1583–93.

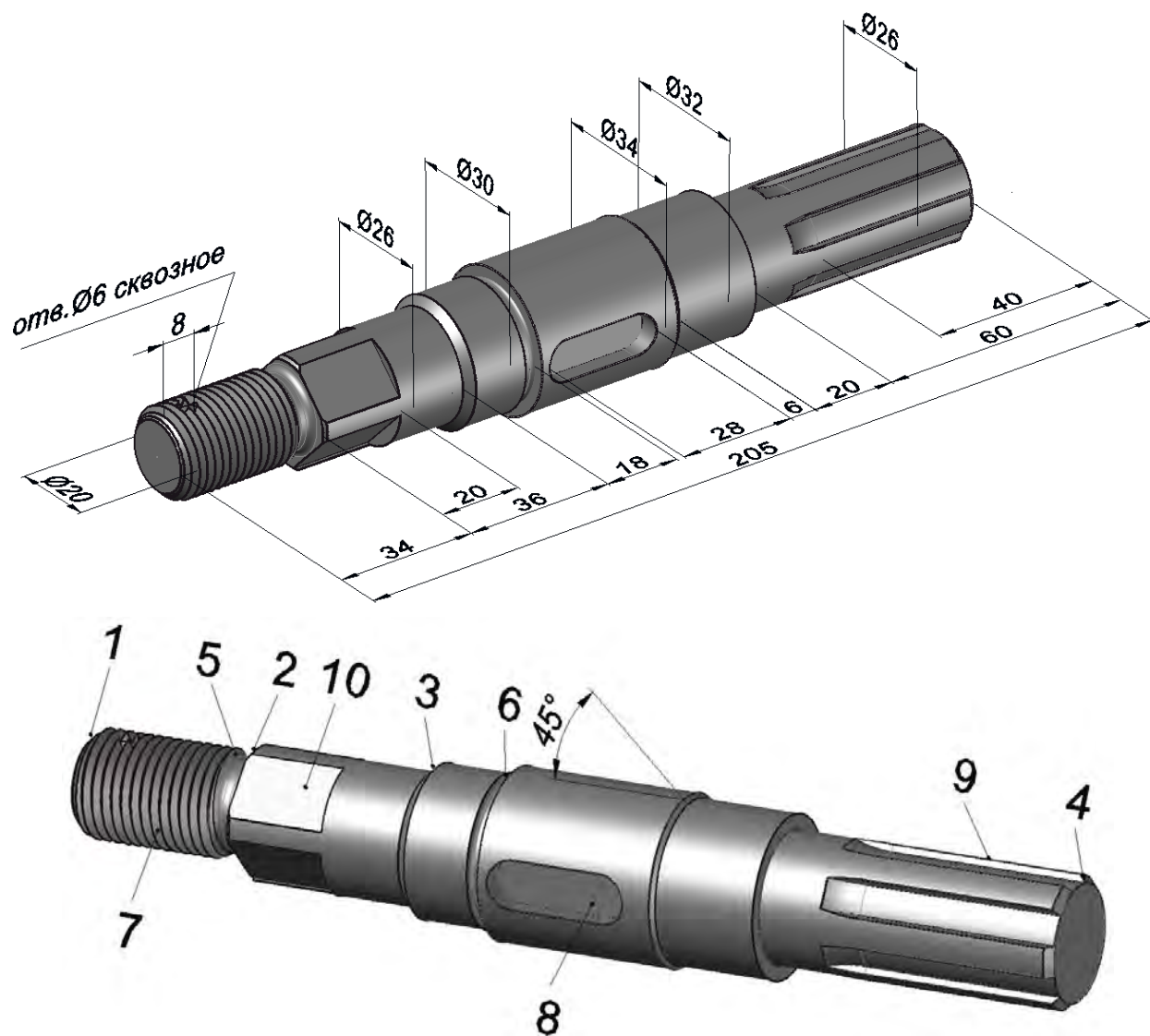
3. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

Вариант 1

№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 2, 3	Фаски: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1 размер $1 \times 45^\circ$; № 2 – $1,6 \times 45^\circ$; № 3 – $2,5 \times 45^\circ$)	ПЗ.4
4	Галтель: радиус $R1,6$ согласно ГОСТ 10948–64	ПЗ.4
5, 6	Канавки для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69	П5.1
7	Шпоночный паз под сегментную шпонку, ГОСТ 24071–97	ПЗ.3
8	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78	ПЗ.1

В качестве материала для изготовления **вала** укажите марку любой стали углеродистой *обыкновенного качества* (степень раскисления стали – *кипящая*), ГОСТ 380–2005 (с. 25)

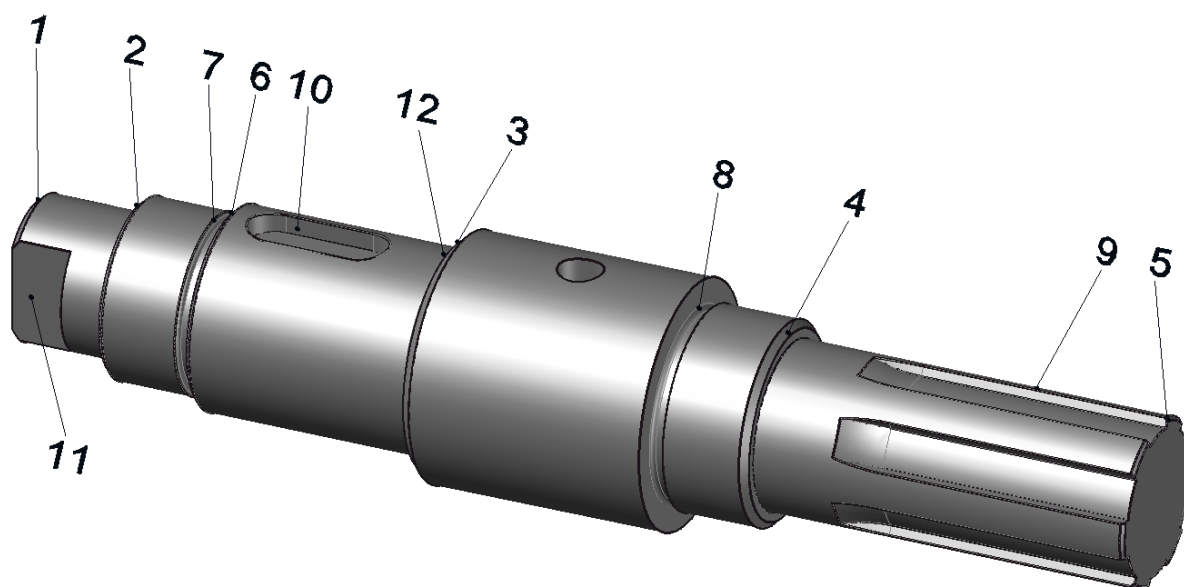
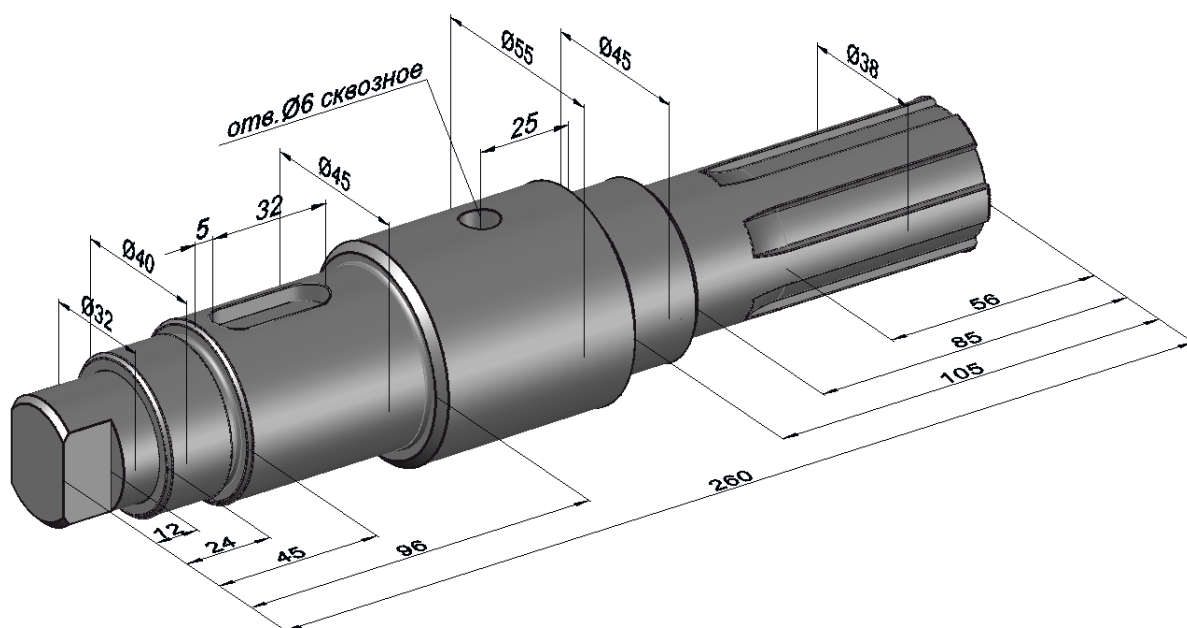
Вариант 2



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80	П5.2
2, 3, 4	Фаска : размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 2 и 4 размер $1 \times 45^\circ$; № 3 – $1,6 \times 45^\circ$)	П3.4
5	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической резьбы с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002	П5.2 П4.1
6	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69	П5.1
7	Резьба метрическая с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002	П4.1
8	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78	П3.1
9	Шлицы прямобочные (легкая серия), ГОСТ 1139–80	П3.8
10	Лыски (квадрат) – место под ключ: размеры (расстояния между противоположными лысками) выберите по ГОСТ 6424–73, согласуя их с диаметром ступени вала (должны быть меньше)	П3.9

В качестве материала для изготовления **вала** укажите марку любой углеродистой *качественной* конструкционной стали, ГОСТ 1050–88 (с. 25)

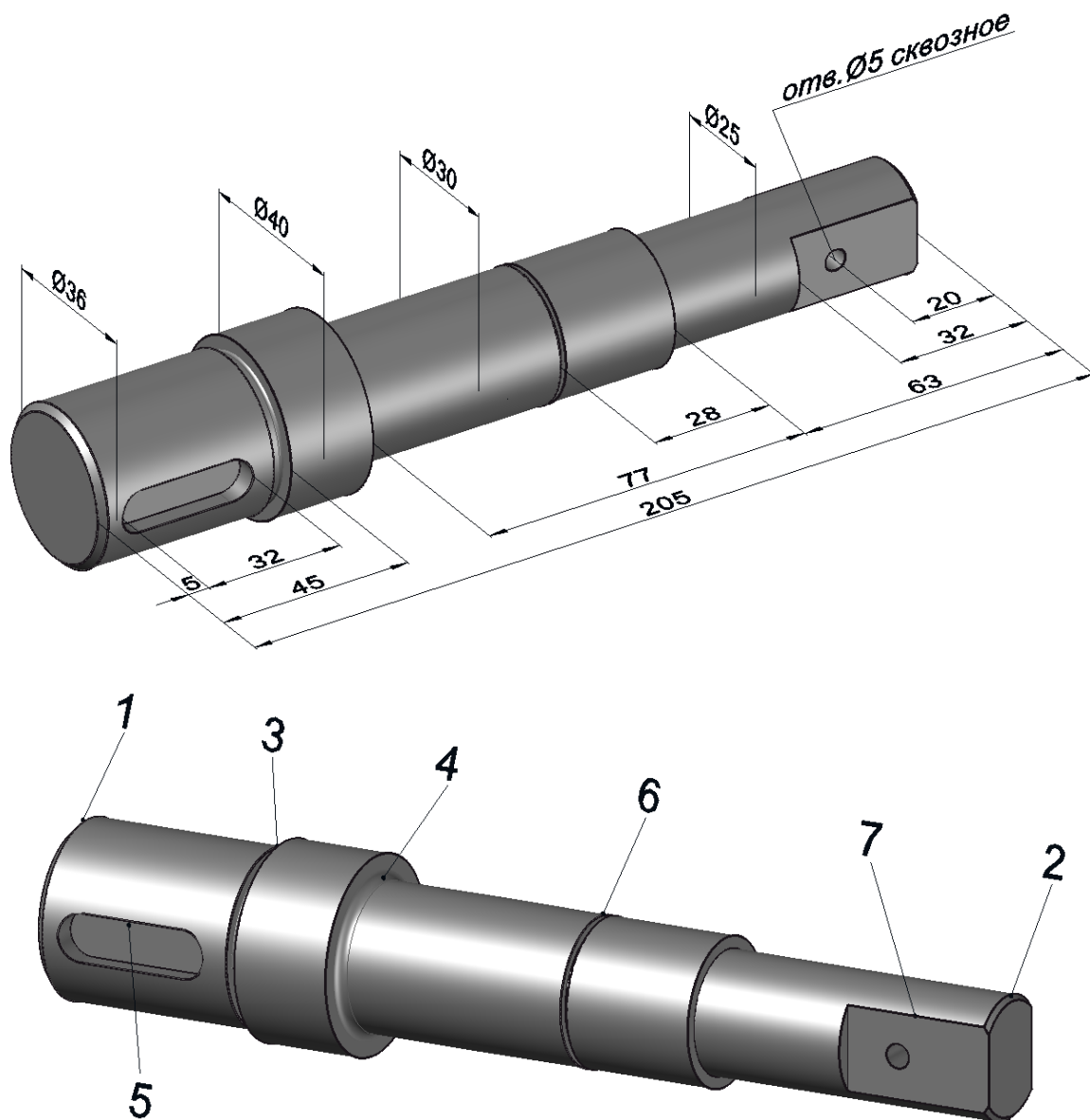
Вариант 3



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 2, 3, 4, 5, 6	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1, 4, 5, 6 размер $1,6 \times 45^\circ$; № 3 – $2,5 \times 45^\circ$)	ПЗ.4
7, 8	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69	П5.1
9	Шлицы прямобочные (средняя серия), ГОСТ 1139–80	ПЗ.8
10	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78	ПЗ.1
11	Лыски – место под ключ: размер выберите по ГОСТ 6424–73 согласуя его с диаметром ступени вала (должен быть меньше)	ПЗ.9
12	Галтель: радиус R1,6 согласно ГОСТ ГОСТ 10948–64	ПЗ.4

В качестве материала для изготовления **вала** укажите марку любой легированной хромоникельмолибденовой конструкционной стали, ГОСТ 4543–71 (с. 26)

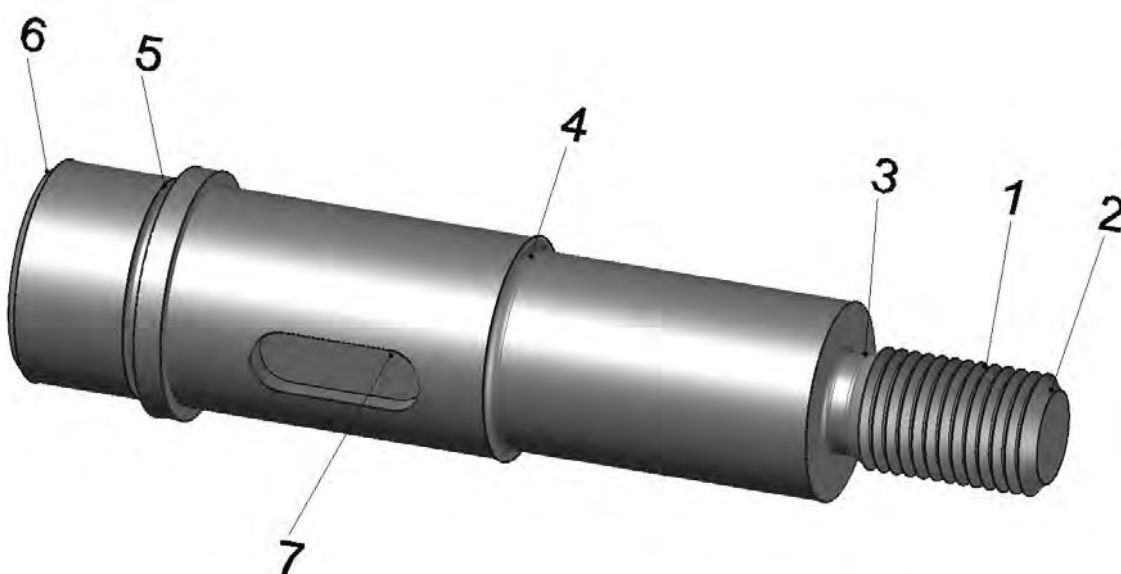
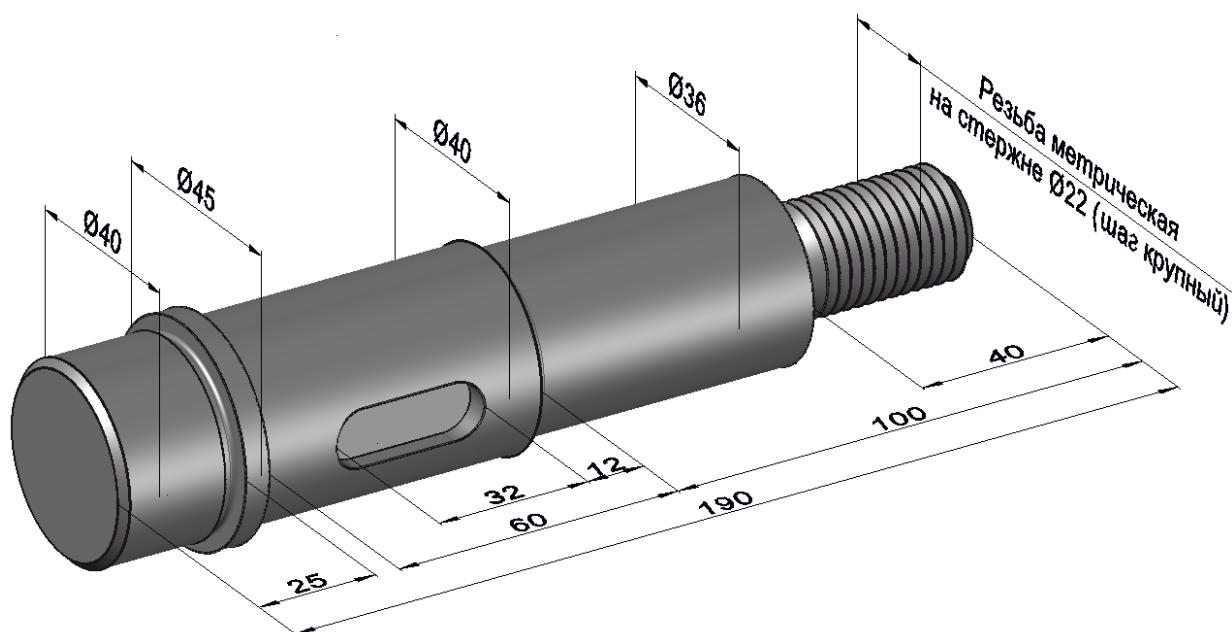
Вариант 4



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 2	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1 размер 1,6×45°; № 2 – 1×45°)	П3.4
3	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69	П5.1
4	Галтель: радиус R2,5 согласно ГОСТ 10948–64	П3.4
5	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78	П3.1
6	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940–86	П3.5
7	Лыски – место под ключ: размер выберите по ГОСТ 6424–73 согласуя его с диаметром ступени вала (должен быть меньше)	П3.9

В качестве материала для изготовления **вала** укажите марку любой *легированной марганцовистой* конструкционной стали, ГОСТ 4543–71 (с. 26)

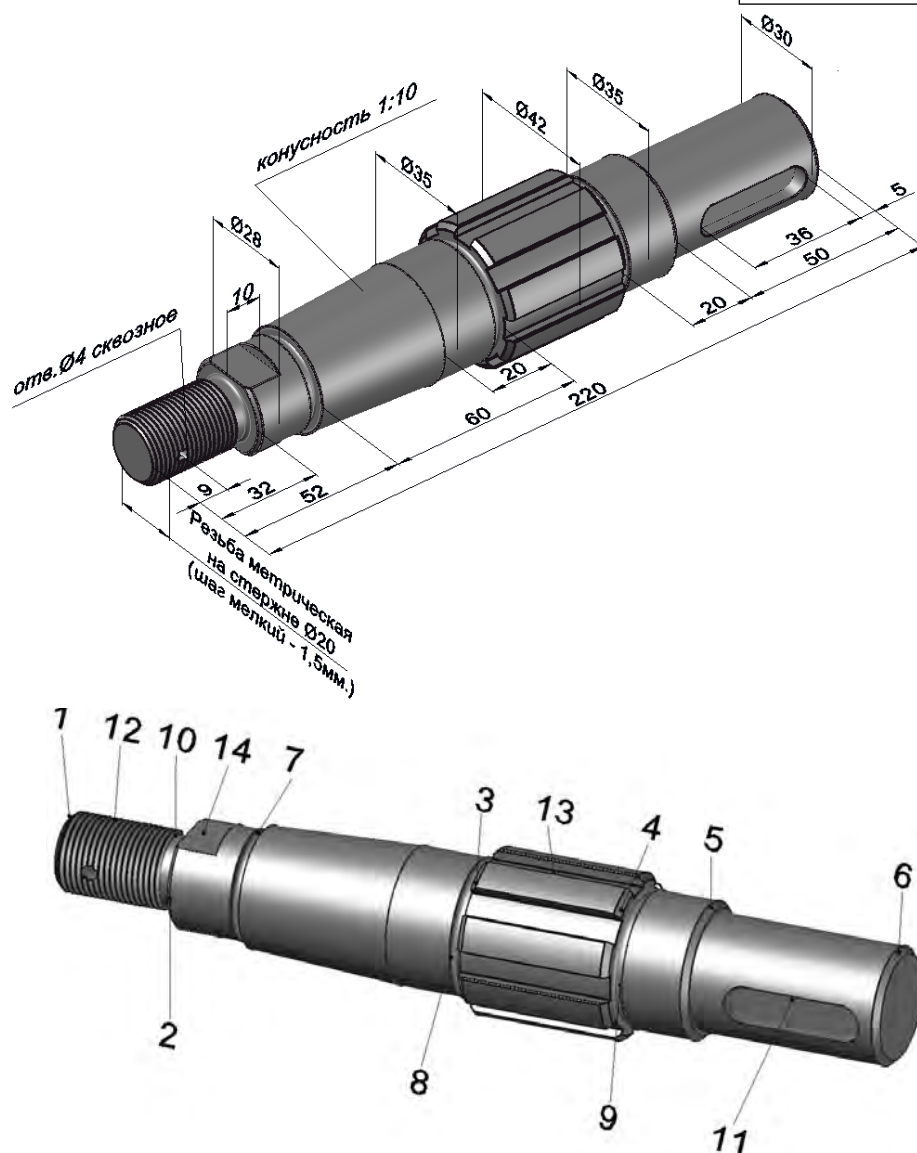
Вариант 5



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1	Резьба метрическая с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002	П4.1
2	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80	П5.2
3	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической резьбы с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002	П5.2 П4.1
4	Галтель: радиус R2,5 согласно ГОСТ 10948–64	П3.4
5	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69	П5.1
6	Фаска: размер $1,6 \times 45^\circ$ соответствует ГОСТ 10948–64	П3.4
7	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78	П3.1

В качестве материала для изготовления **вала** укажите марку любой стали углеродистой *обыкновенного качества* (степень раскисления стали – спокойная), ГОСТ 380–2005 (с. 25)

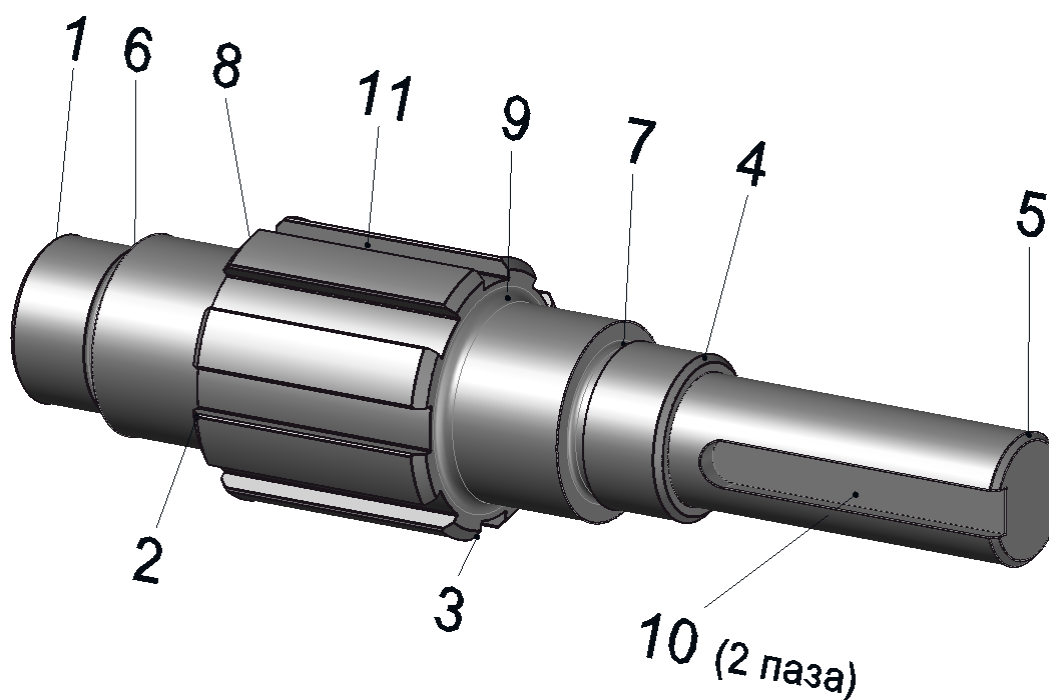
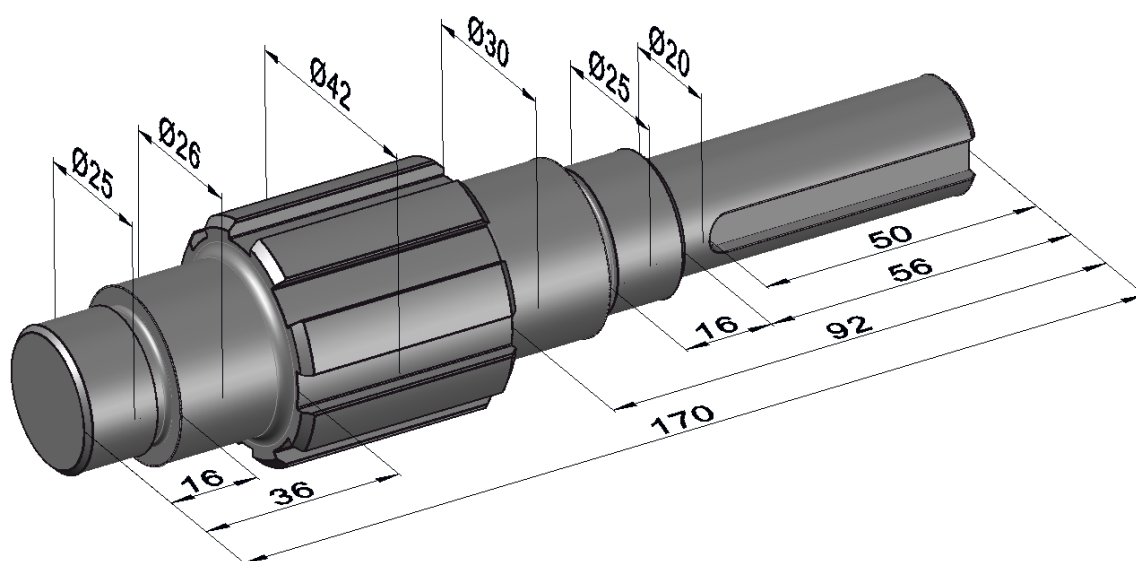
Вариант 7



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80	П5.2
2, 3, 4, 5, 6	Фаска : размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 2, 5, 6 размер 1,6×45°; № 3, 4 – 2,5×45°)	П3.4
7, 8, 9	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69	П5.1
10	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической резьбы с мелким шагом 1,5 (ГОСТ 8724–2002)	П5.2 П4.1
11	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78	П3.1
12	Резьба метрическая с мелким шагом, ГОСТ 8724–2002	П4.1
13	Шлицы прямобочные (средняя серия), ГОСТ 1139–80	П3.8
14	Лыски – место под ключ: размер выберите по ГОСТ 6424–73 согласуя его с диаметром ступени вала (должен быть меньше)	П3.9

В качестве материала для изготовления **вала** укажите марку любой легированной хромомарганцевой конструкционной стали, ГОСТ 4543–71 (с. 26)

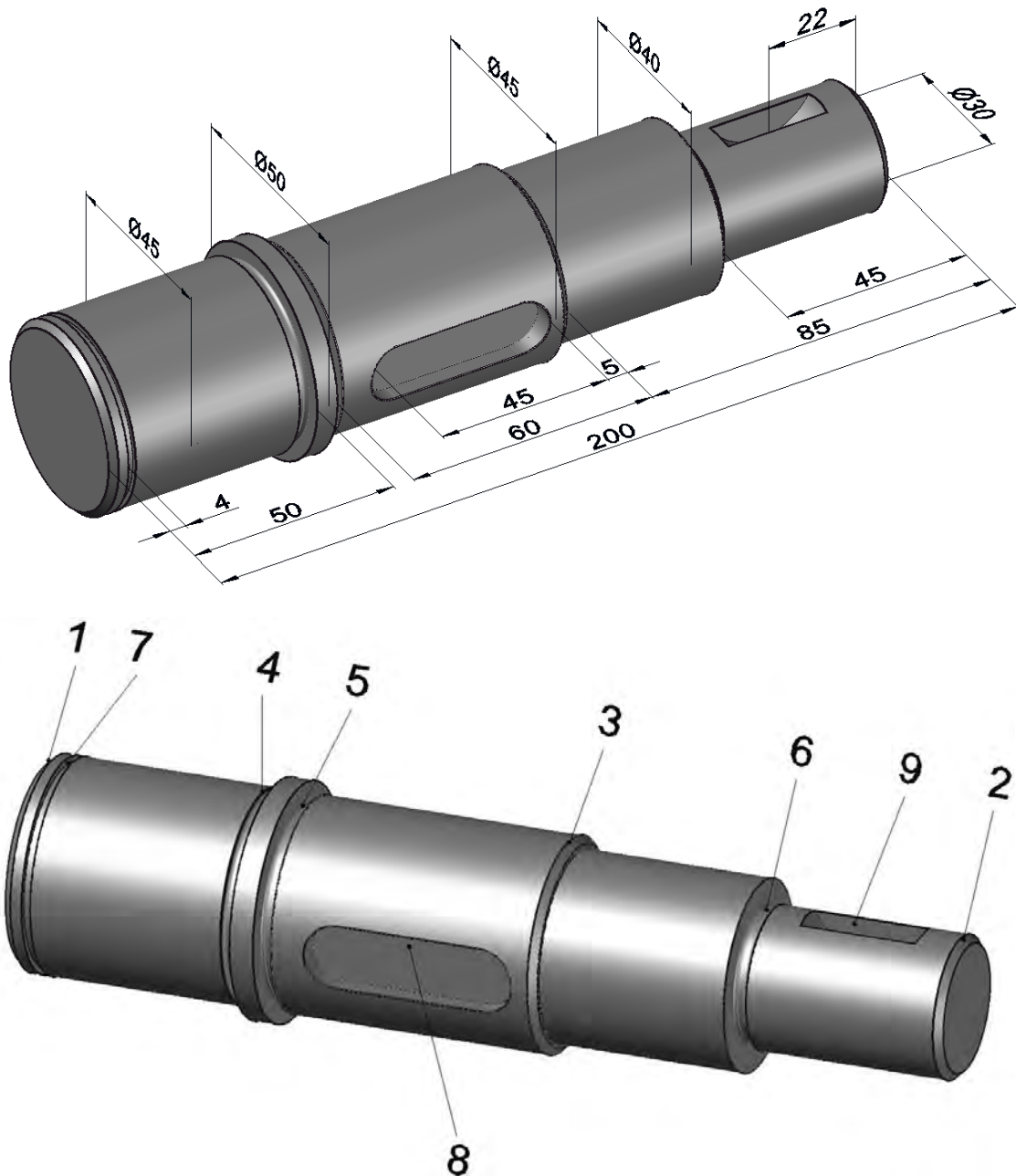
Вариант 8



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 2, 3, 4, 5	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1, 4, 5 размер 1,6×45°; № 2, 3 – 2,5×45°)	П3.4
6, 7	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69	П5.1
8, 9	Галтель: радиус R1,6 согласно ГОСТ 10948–64	П3.4
10	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78	П3.1
11	Шлицы прямобочные (средняя серия), ГОСТ 1139–80	П3.8

В качестве материала для изготовления **вала** укажите марку любой *литейной нелегированной* стали, ГОСТ 977–88 (с. 26)

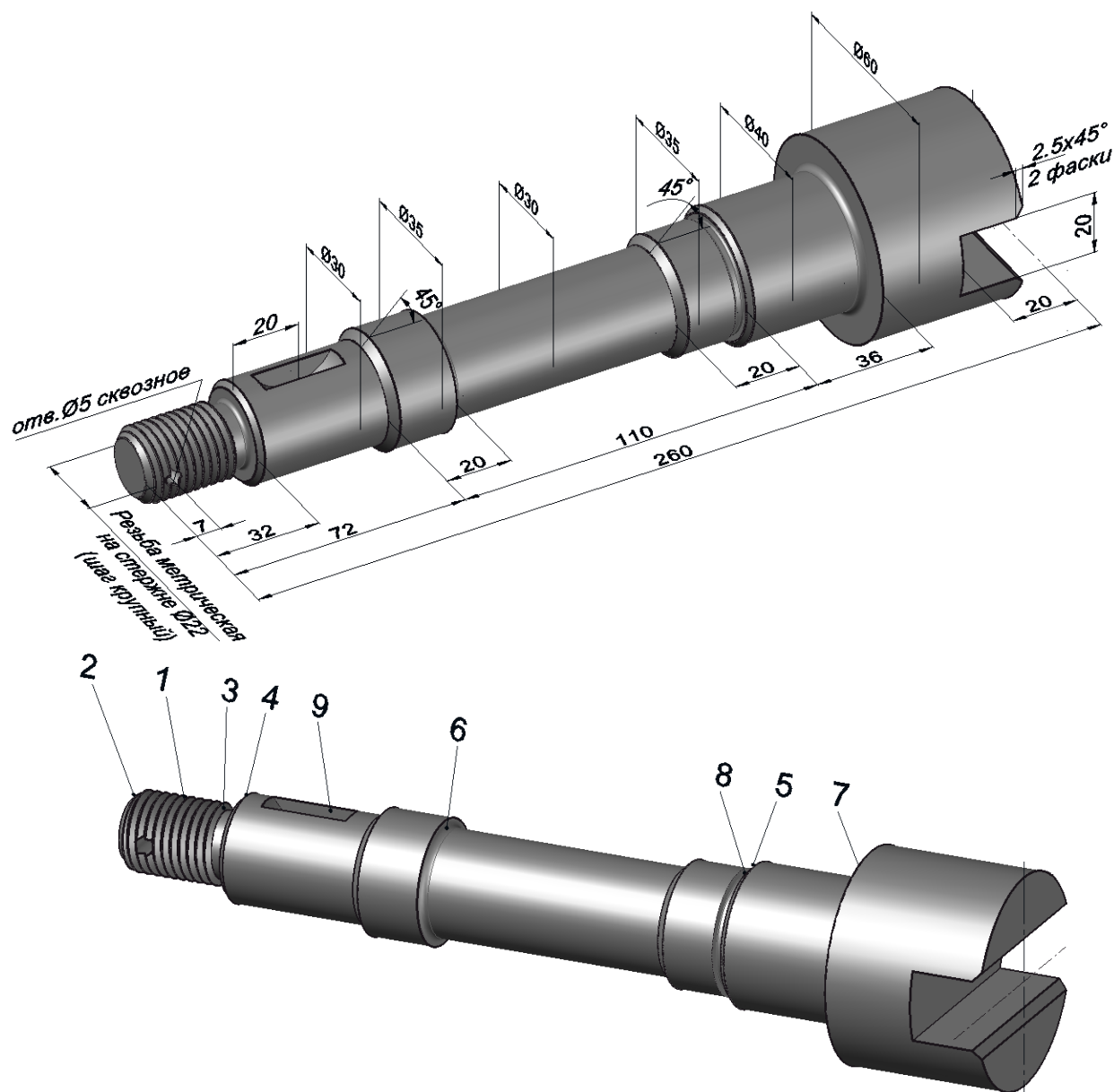
Вариант 9



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 2, 3	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1, 3 размер 1,6×45°; № 2 – 1×45°)	ПЗ.4
4, 5, 6	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69	П5.1
7	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940–86	ПЗ.5
8	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78	ПЗ.1
9	Шпоночный паз под сегментную шпонку, ГОСТ 24071–97	ПЗ.3

В качестве материала для изготовления **вала** укажите марку любой легированной хромосилицистой конструкционной стали, ГОСТ 4543–71 (с. 26)

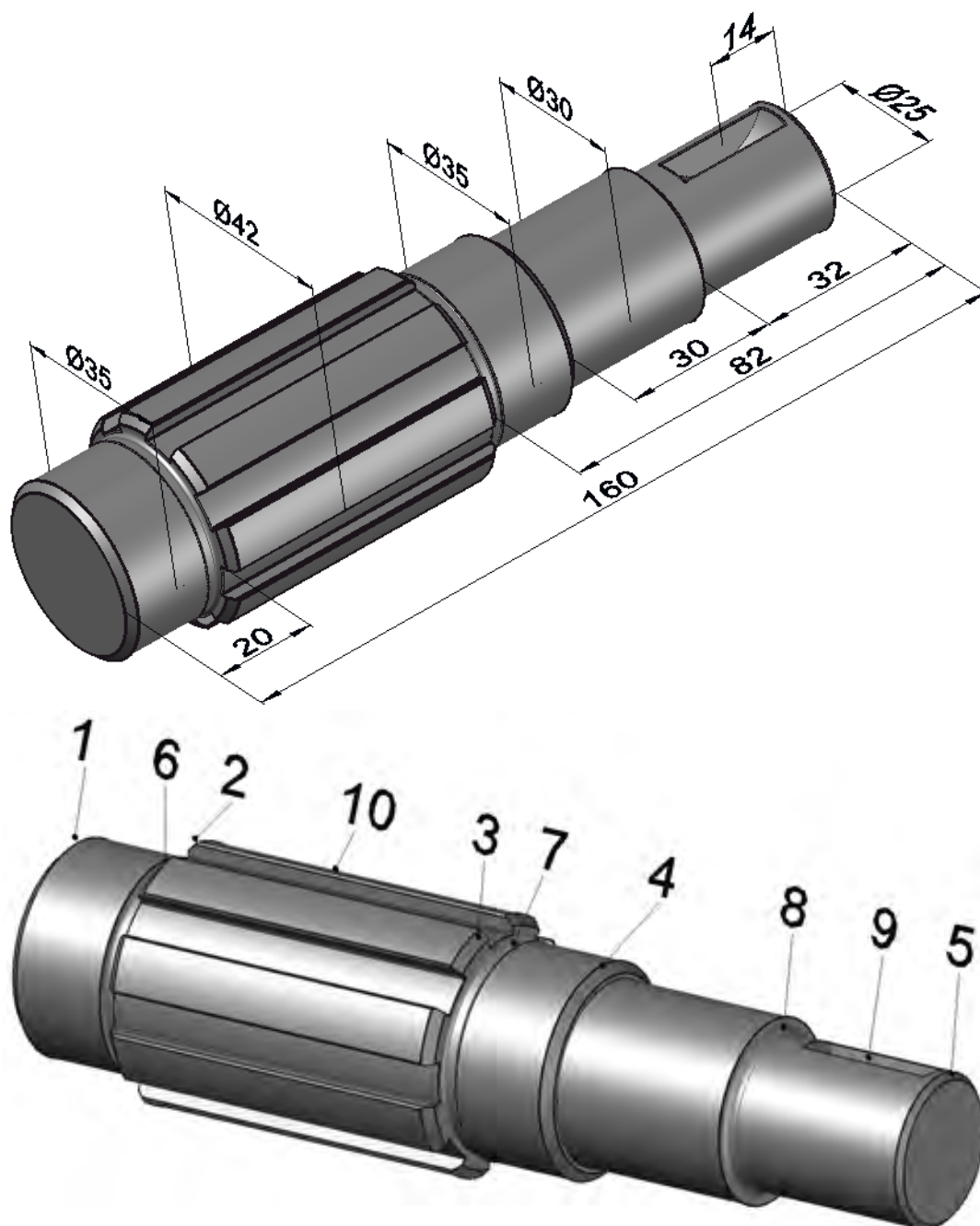
Вариант 10



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1	Резьба метрическая с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002	П4.1
2	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80	П5.2
3	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической резьбы с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002	П4.1
4, 5	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 4 размер 1x45°; № 5 – 1,6x45°)	П3.4
6, 7	Галтель: № 6 радиусом R1,6; № 7 – R2,5 по ГОСТ 10948–64	П3.4
8	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69	П5.1
9	Шпоночный паз под сегментную шпонку, ГОСТ 24071–97	П3.3

В качестве материала для изготовления **вала** укажите любую марку инструментальной нелегированной стали, ГОСТ 1435–99 (с. 26)

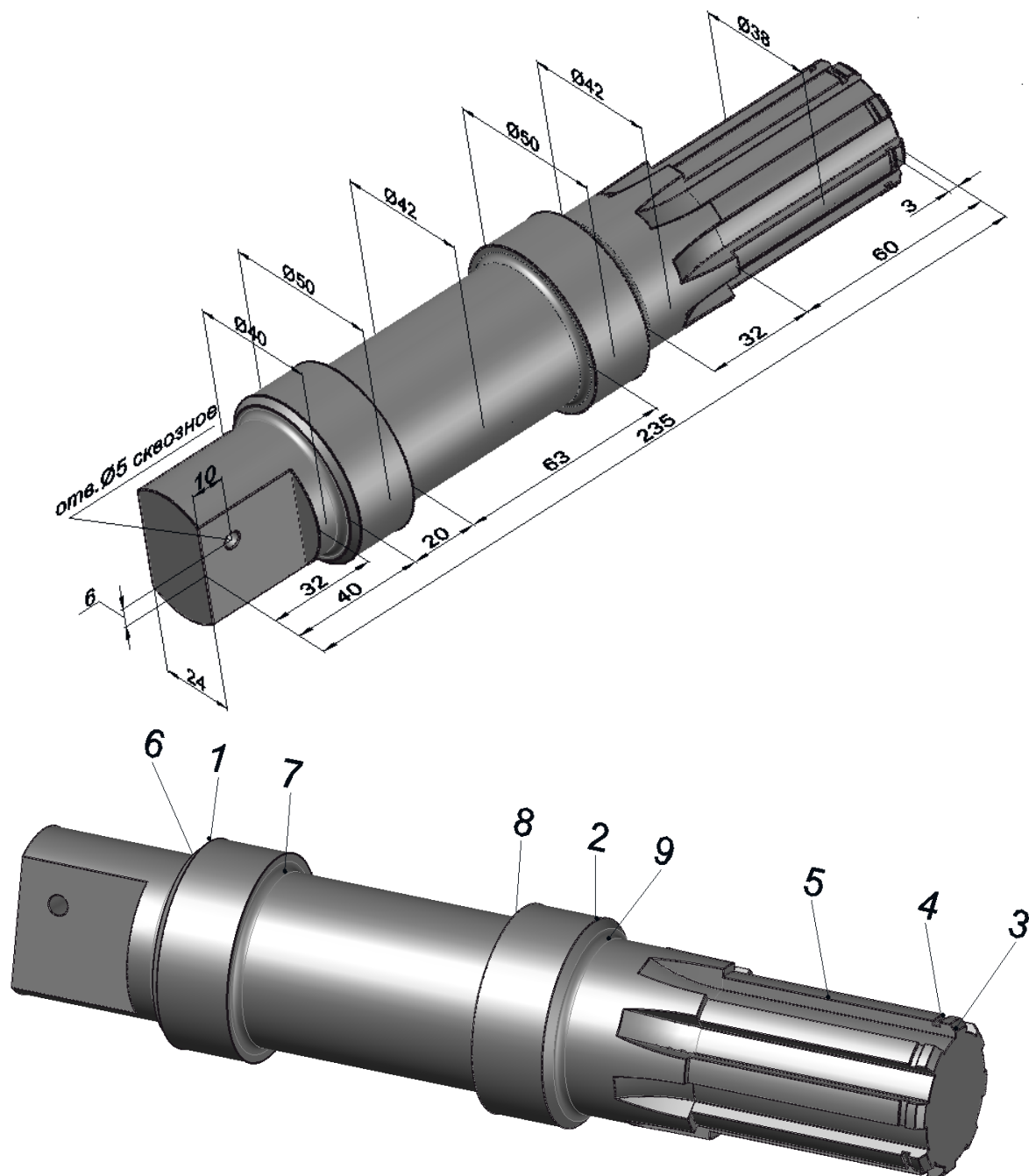
Вариант 11



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 2, 3, 4, 5	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1, 4 размер 1,6×45°; № 2, 3 – 2,5×45°; № 5 – 2,5×45°)	ПЗ.4
6, 7	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820-69	П5.1
8	Галтель: радиус R1,6 согласно ГОСТ 10948–64	ПЗ.4
9	Шпоночный паз под сегментную шпонку, ГОСТ 24071–97	ПЗ.3
10	Шлицы прямобочные (средняя серия), ГОСТ 1139–80	ПЗ.8

В качестве материала для изготовления **вала** укажите марку легированной хромомолибденовой конструкционной стали, ГОСТ 4543–71 (с. 26)

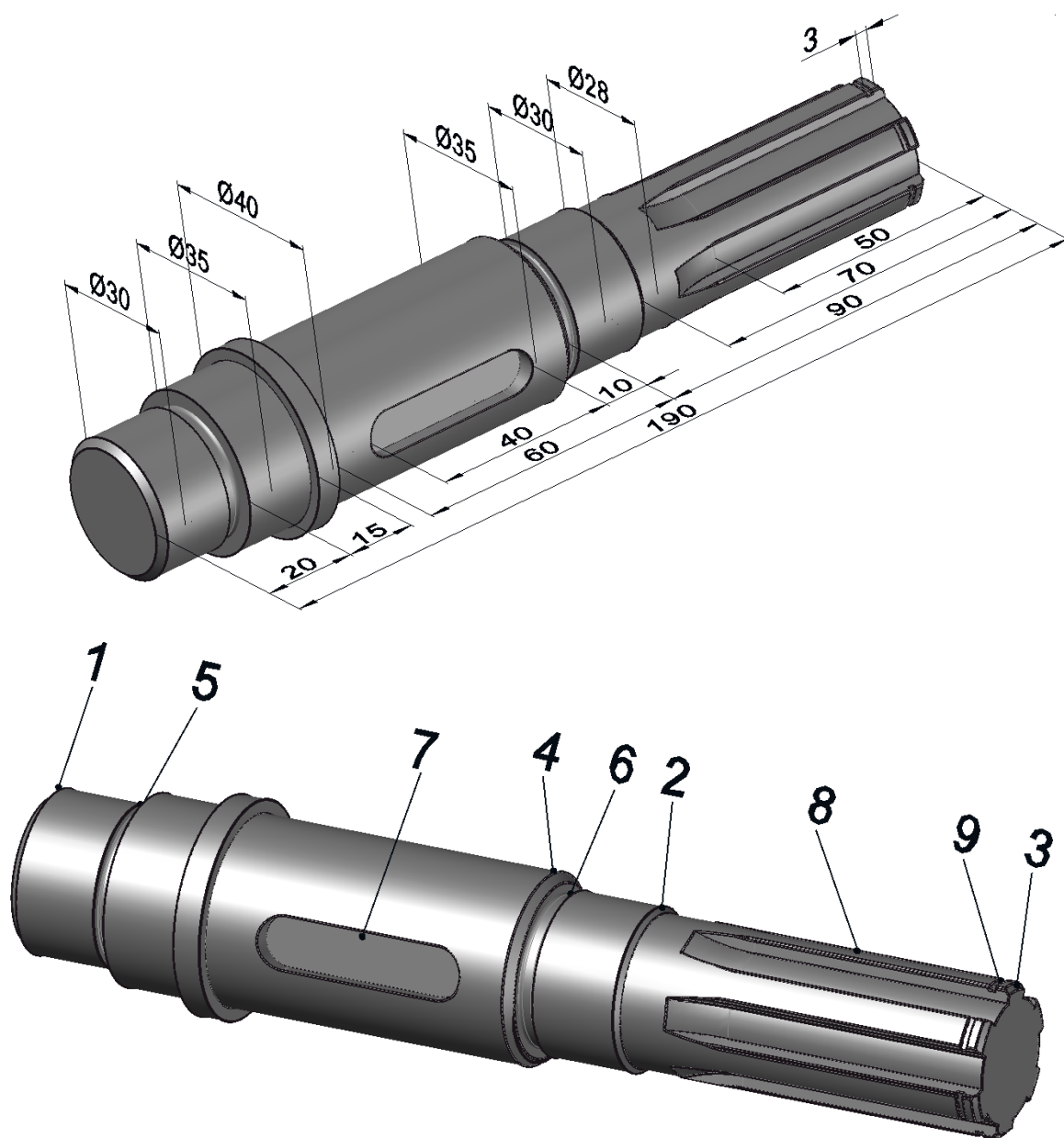
Вариант 12



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 2, 3	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1, 2 размер 2,5×45°; № 3 – 1,6×45°)	ПЗ.4
4	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940-86	ПЗ.5
5	Шлицы прямобочные (средняя серия), ГОСТ 1139–80	ПЗ.8
6, 7, 8, 9	Галтель: радиус R1,6 согласно ГОСТ 10948–64	ПЗ.4

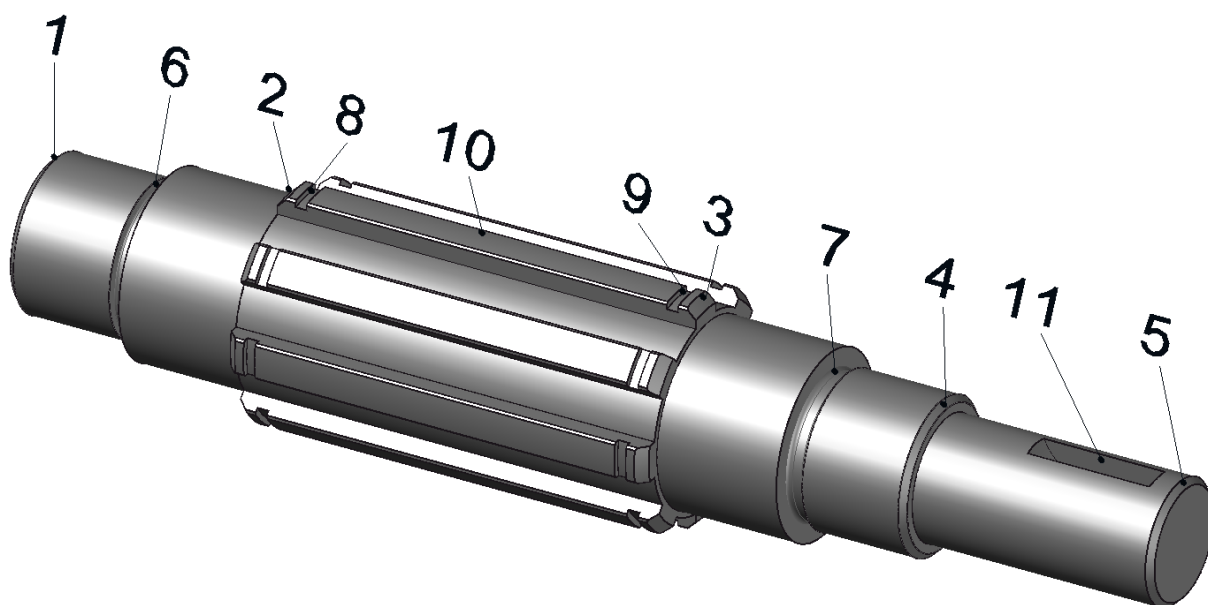
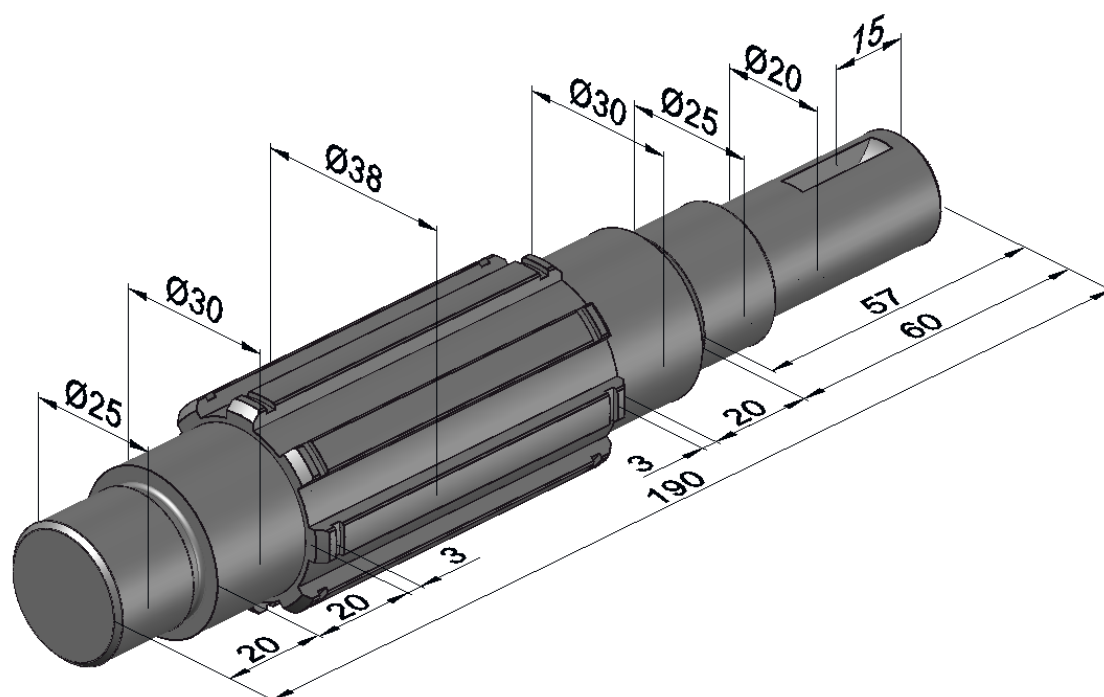
В качестве материала для изготовления **вала** укажите марку легированной хромомolibденованадиевой конструкционной стали, ГОСТ 4543–71 (с. 26)

Вариант 13



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 2, 3, 4	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1, 2, 4 размером $1,6 \times 45^\circ$; № 3 – $1 \times 45^\circ$)	П3.4
5, 6	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820-69	П5.1
7	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78	П3.1
8	Шлицы прямобочные (средняя серия), ГОСТ 1139–80	П3.8
9	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940–86	П3.5
В качестве материала для изготовления вала укажите марку любой легированной хромованадиевой конструкционной стали, ГОСТ 4543–71 (с. 26)		

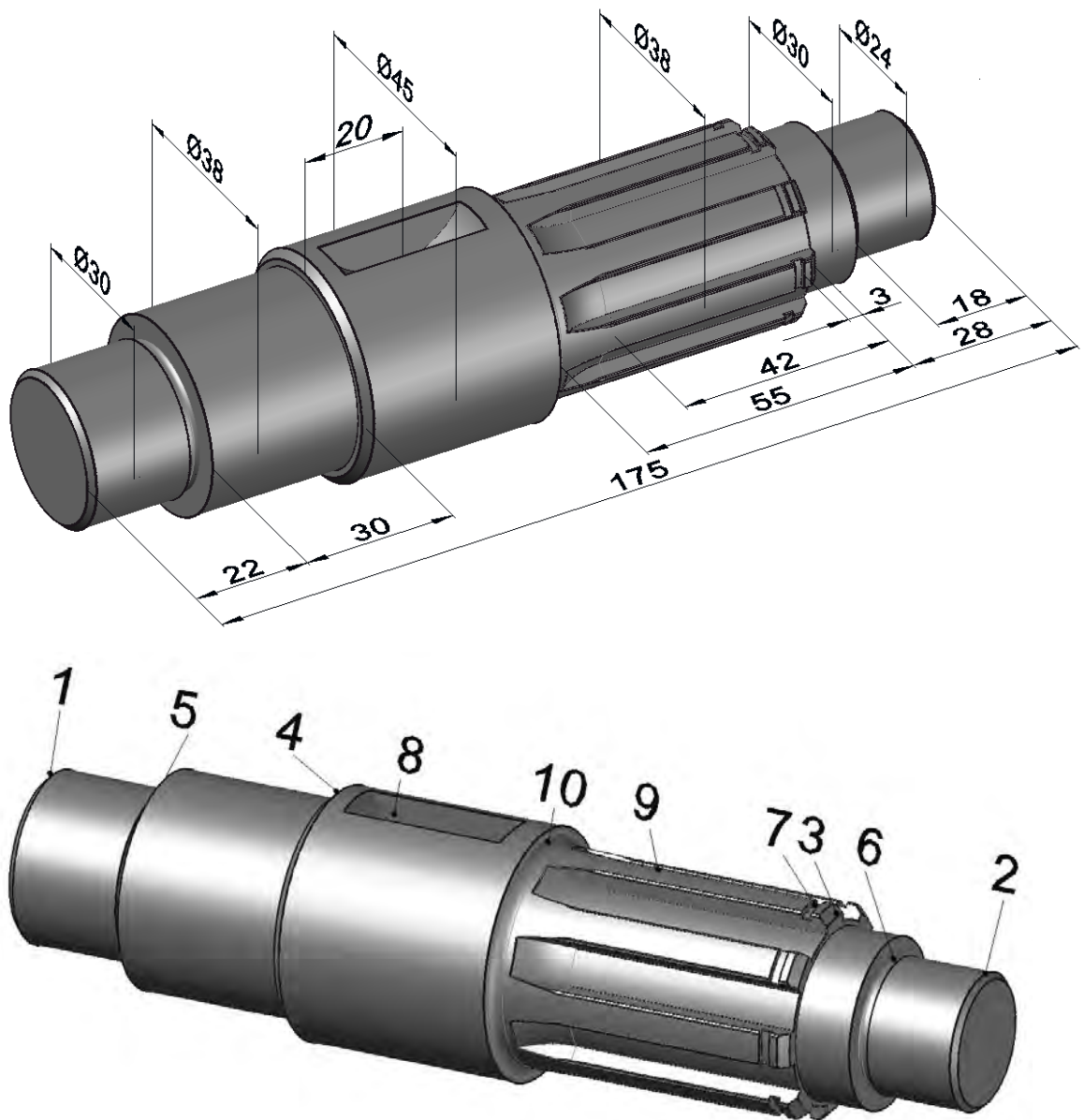
Вариант 15



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 2, 3, 4, 5	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1, 4, 5 размером $1 \times 45^\circ$; № 2, 3 – $1,6 \times 45^\circ$)	ПЗ.4
6, 7	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69	П5.1
8, 9	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940–86	ПЗ.5
10	Шлицы прямобочные (средняя серия), ГОСТ 1139–80	ПЗ.8
11	Шпоночный паз под сегментную шпонку, ГОСТ 24071–97	ПЗ.3

В качестве материала для изготовления **вала** укажите марку любой легированной хромоникелевой конструкционной стали, ГОСТ 4543–71 (с. 26)

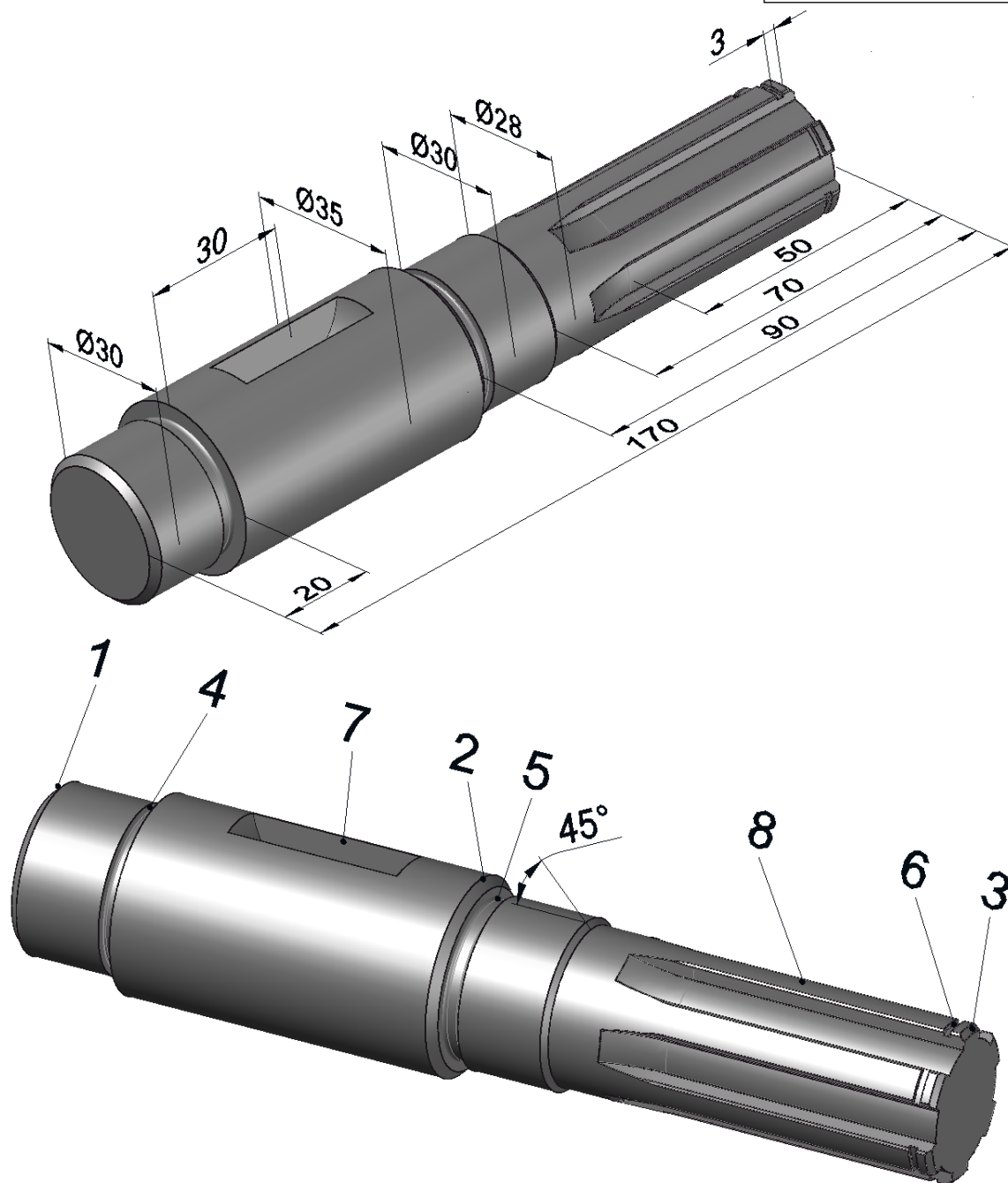
Вариант 16



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 2, 3, 4	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1 и 2 размером $1 \times 45^\circ$; № 3 – $1,6 \times 45^\circ$; № 4 – $2,5 \times 45^\circ$)	ПЗ.4
5, 6	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69	П5.1
7	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940–86	ПЗ.5
8	Шпоночный паз под сегментную шпонку, ГОСТ 24071–97	ПЗ.3
9	Шлицы прямобочные (средняя серия), ГОСТ 1139–80	ПЗ.8
10	Галтель: радиус R2,5 согласно ГОСТ 10948–64	ПЗ.4

В качестве материала для изготовления **вала** укажите марку легированной хромоникелевой с бором конструкционной стали, ГОСТ 4543–71 (с. 26)

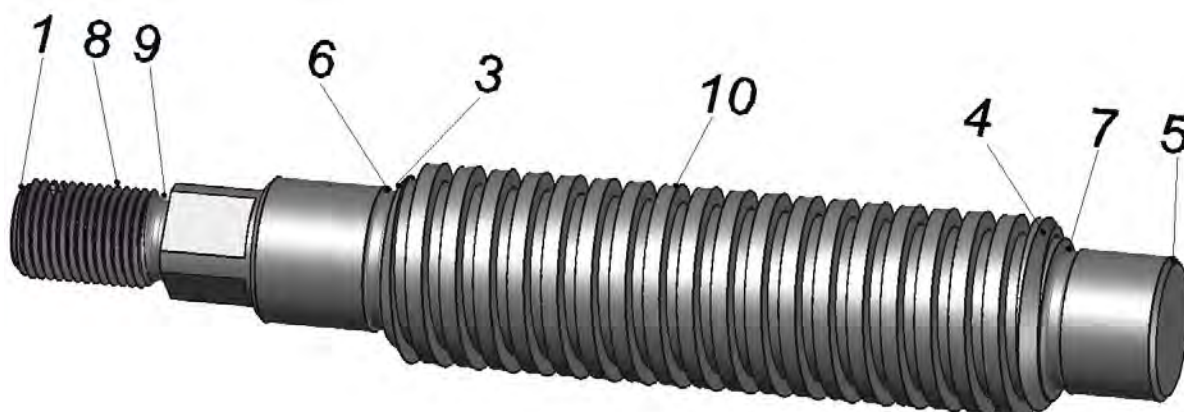
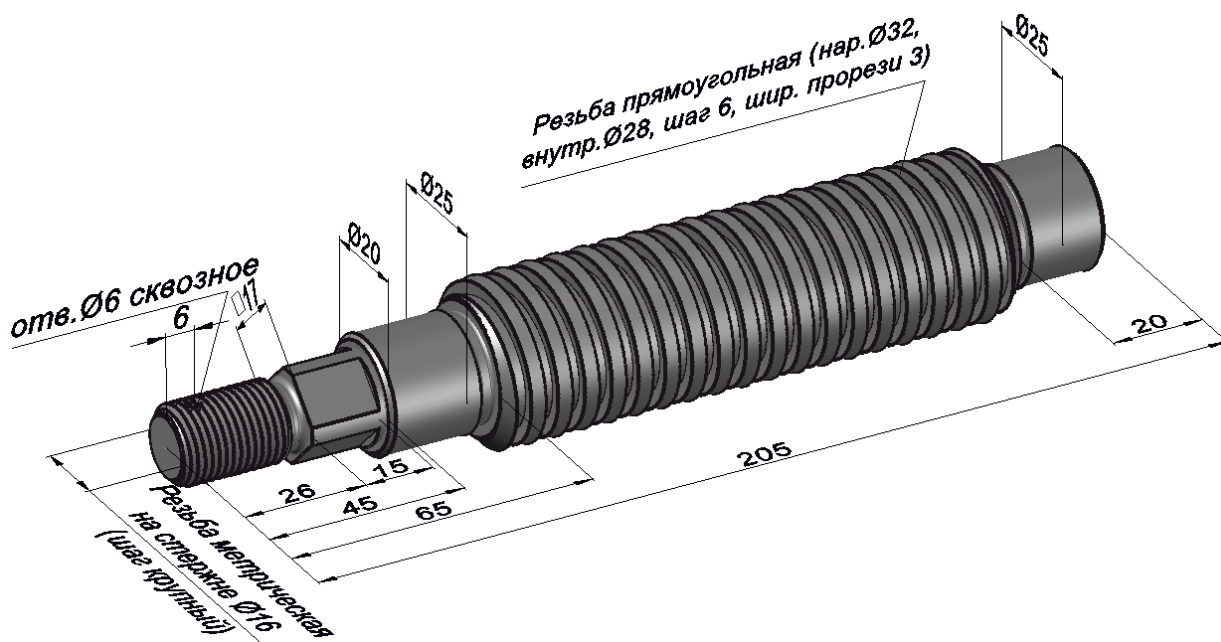
Вариант 17



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 2, 3	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1, 3 размером $1 \times 45^\circ$; № 2 – $1,6 \times 45^\circ$)	ПЗ.4
4, 5	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69	П5.1
6	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940–86	ПЗ.5
7	Шпоночный паз под сегментную шпонку, ГОСТ 24071–97	ПЗ.3
8	Шлицы прямобочные (средняя серия), ГОСТ 1139–80	ПЗ.8

В качестве материала для изготовления **вала** укажите марку любой легированной хромокремнемарганцевой конструкционной стали, ГОСТ 4543–71 (с. 26)

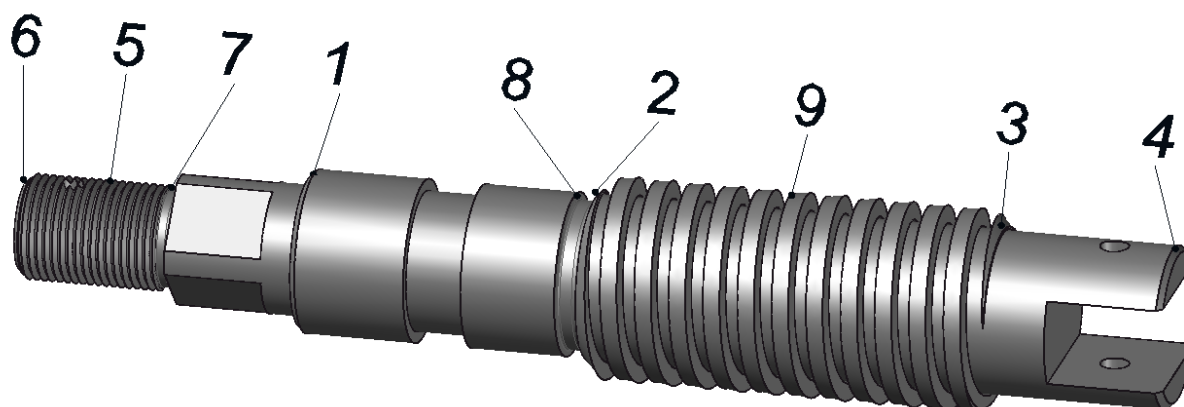
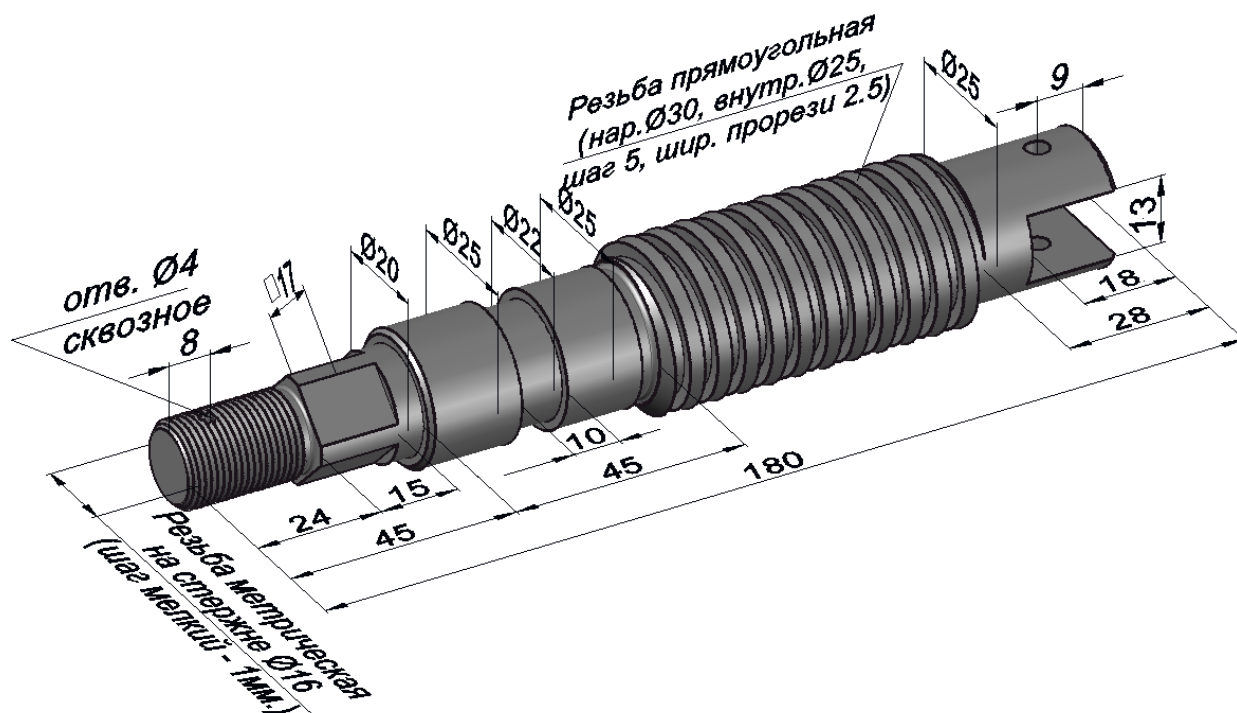
Вариант 18



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80	П5.2
2, 3, 4, 5	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1 и 5 размером $1,6 \times 5^\circ$; № 3 и 4 – $2,5 \times 45^\circ$)	П3.4
6, 7	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69	П5.1
8	Резьба метрическая с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002	П4.1
9	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической резьбы с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002	П5.2 П4.1
10	Резьба прямоугольная (нестандартная, рис. 2.9)	

В качестве материала для изготовления **винта ходового** укажите марку любого медно-цинкового сплава, обрабатываемого давлением – *сложнолегированной латуни*, ГОСТ 15527–2004 (с. 27)

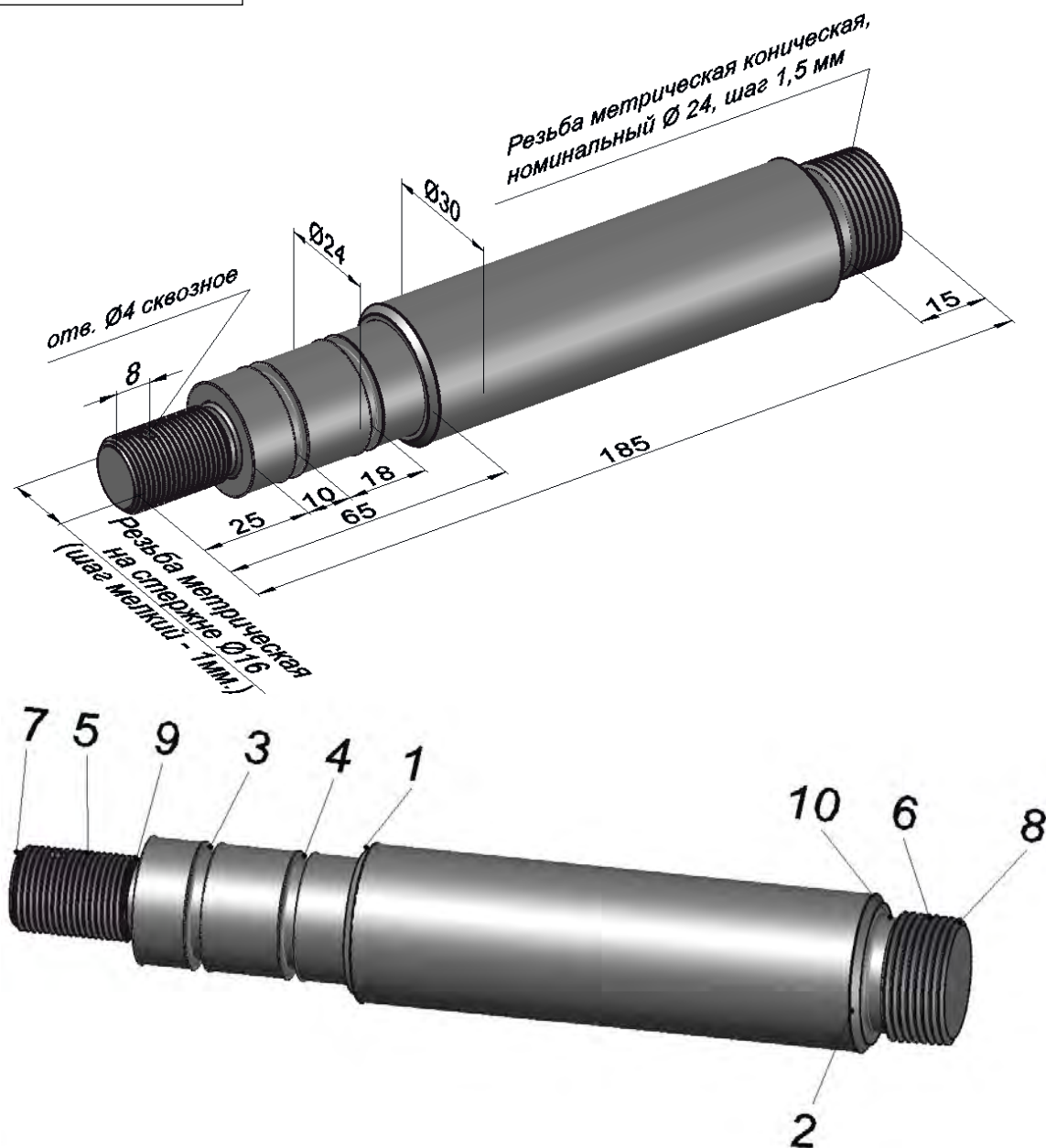
Вариант 19



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 2, 3, 4	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1, 4 размером 1×45°; № 2, 3 – 2,5×45°)	П3.4
5	Резьба метрическая с мелким шагом, ГОСТ 8724–2002	П4.1
6	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80	П5.2
7	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической резьбы с мелким шагом, ГОСТ 8724–2002	П5.2 П4.1
8	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69	П5.1
9	Резьба прямоугольная (нестандартная, рис. 2.9)	

В качестве материала для изготовления **винта ходового** укажите марку любой *бронзы оловянной*, обрабатываемой давлением, ГОСТ 5017–2006 (с. 28)

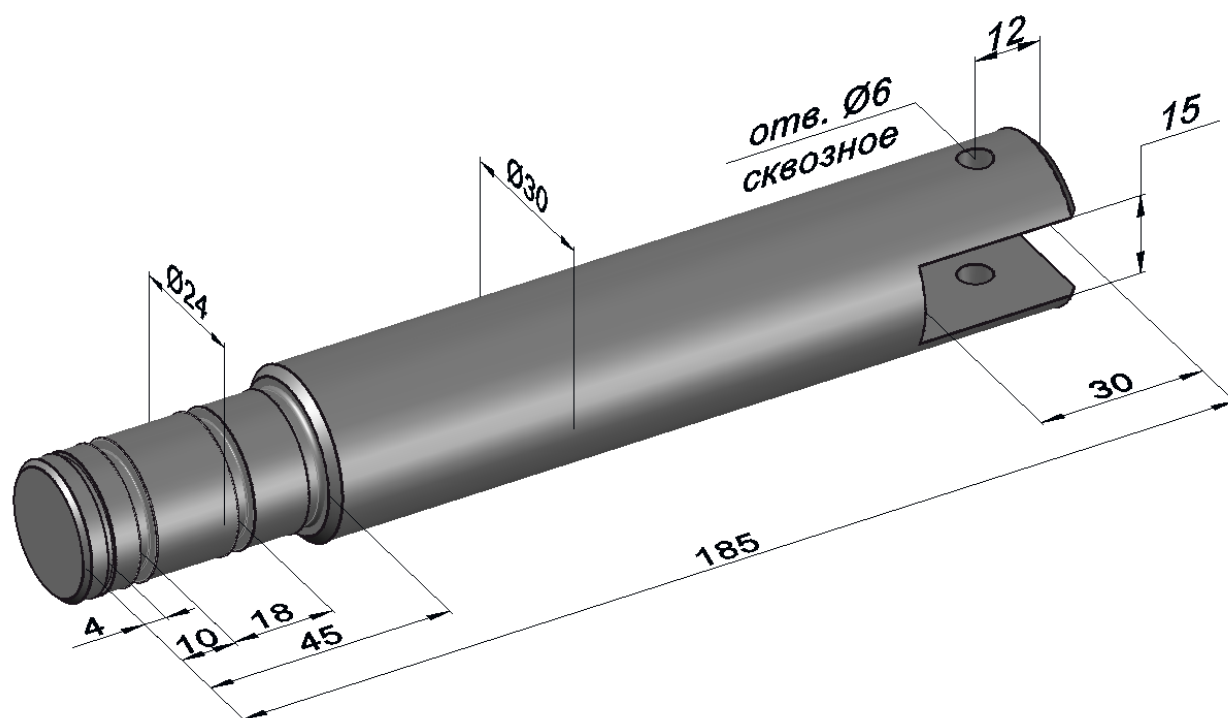
Вариант 20



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 2	Фаска: размеры $1,6 \times 45^\circ$ согласно ГОСТ 10948–64	П3.4
3, 4	Канавка для резинового уплотнительного кольца круглого сечения, ГОСТ 9833–73	П3.6
5	Резьба метрическая с мелким шагом, ГОСТ 8724–2002	П4.1
6	Резьба метрическая коническая (рис. 2.5, б), ГОСТ 25229–82	П4.6
7, 8	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80	П5.2
9	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической резьбы с мелким шагом (ГОСТ 8724–2002)	П5.2 П4.1
10	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической конической резьбы (ГОСТ 25229–82)	П5.2 П4.6

В качестве материала для изготовления **штока** силового цилиндра укажите марку легированной хромомарганцовоникелевой конструкционной стали, ГОСТ 4543–71 (с. 26)

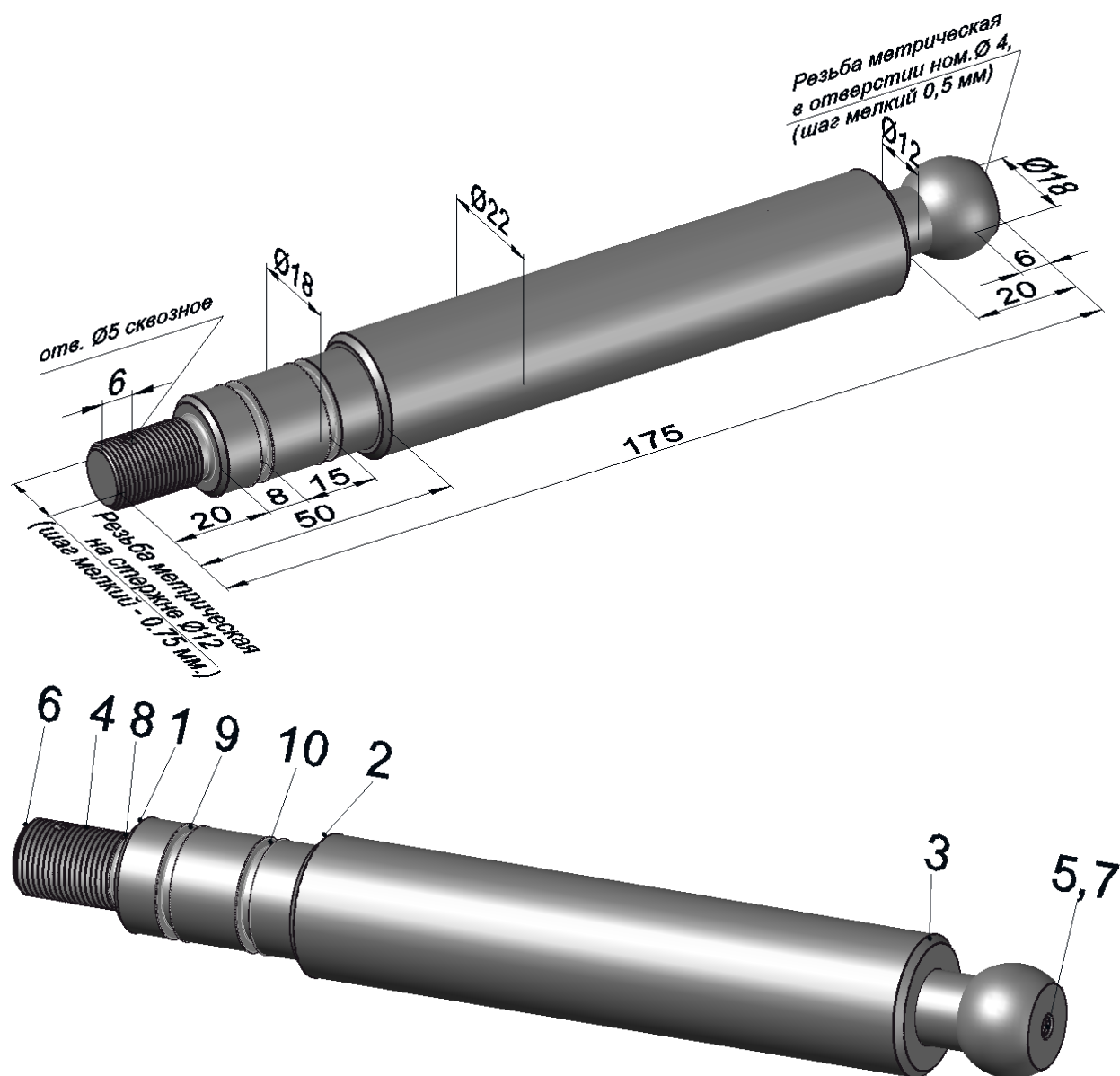
Вариант 21



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 2, 3	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1 размером $1 \times 45^\circ$ № 2, 3 – $1,6 \times 45^\circ$)	ПЗ.4
4	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69	П5.1
5	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940–86	ПЗ.5
6, 7	Канавка для резинового уплотнительного кольца круглого сечения, ГОСТ 9833–73	ПЗ.6

В качестве материала для изготовления **штока** силового цилиндра укажите марку легированной хромомарганцовоникелевая с титаном и бором конструкционной стали, ГОСТ 4543–71 (с. 26)

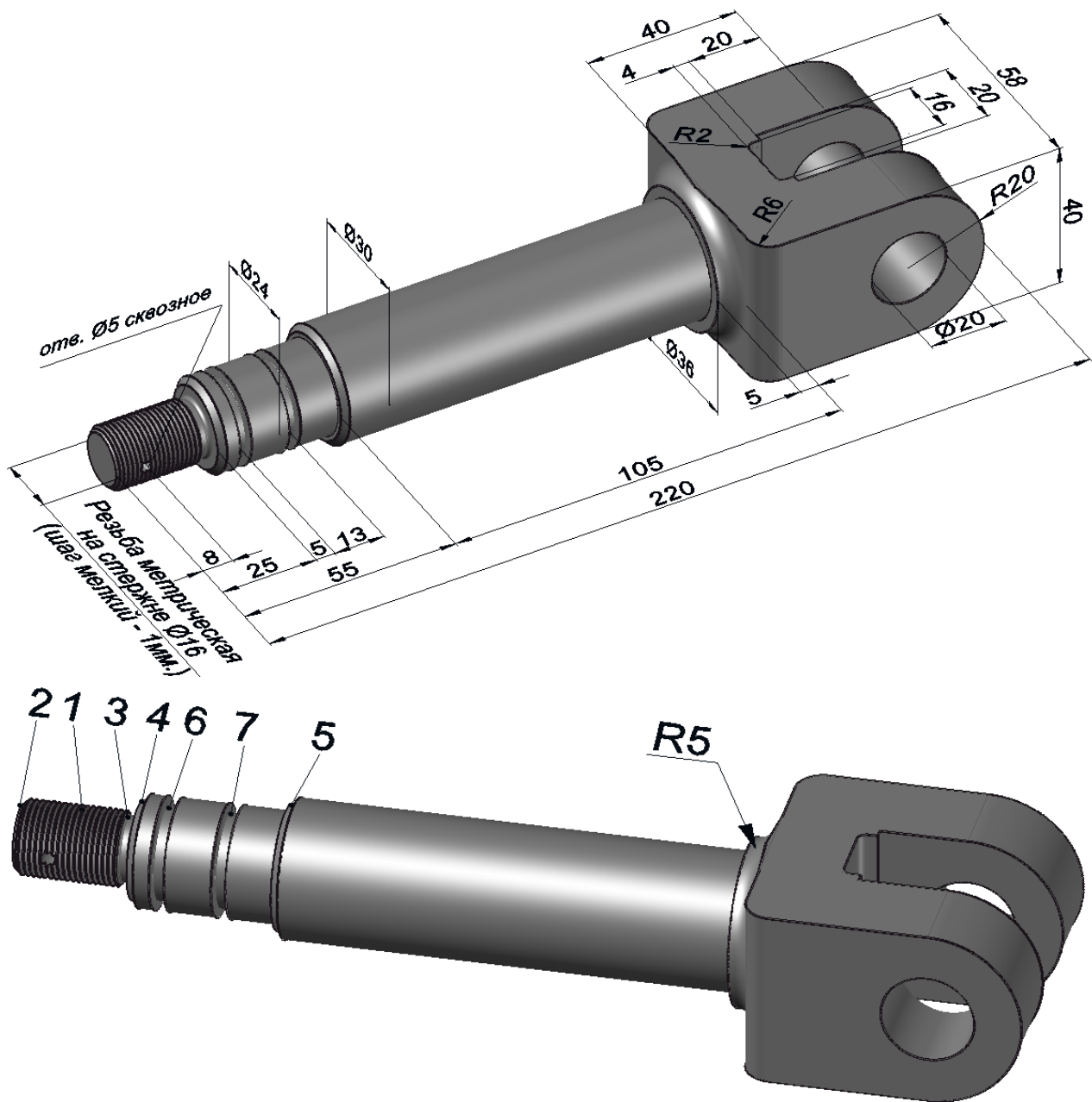
Вариант 22



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 2, 3	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1 размер $1 \times 45^\circ$; № 2, 3 – $1,6 \times 45^\circ$)	П3.4
4	Резьба метрическая наружная с мелким шагом, ГОСТ 8724–2002	П4.1
5	Резьба метрическая внутренняя с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002	П4.1
6, 7	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80	П5.2
8	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической резьбы с мелким шагом (ГОСТ 8724–2002)	П5.2 П4.1
9, 10	Канавка для резинового уплотнительного кольца круглого сечения, ГОСТ 9833–73	П3.6

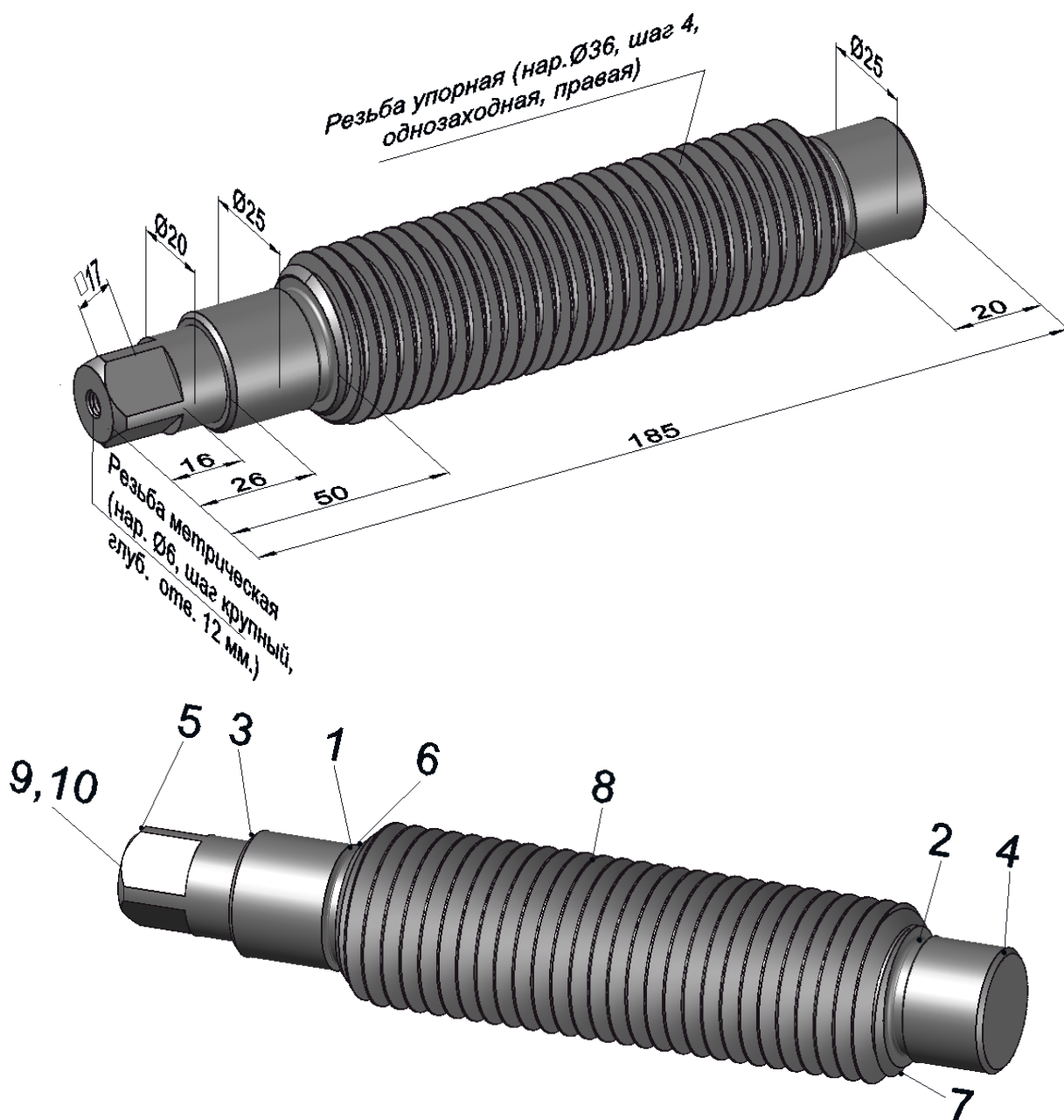
В качестве материала для изготовления **штока** силового цилиндра укажите марку легированной хромоникельмолибденовой конструкционной стали, ГОСТ 4543–71 (с. 26)

Вариант 23



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1	Резьба метрическая наружная с мелким шагом, ГОСТ 8724–2002	П4.1
2	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80	П5.2
3	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической резьбы с мелким шагом (ГОСТ 8724–2002)	П5.2 П4.1
4, 5	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 4 размер 1×45°; № 5 – 1,6×45°)	П3.4
6, 7	Канавка для резинового уплотнительного кольца круглого сечения, ГОСТ 9833–73	П3.6
<p>В качестве материала для изготовления штока силового цилиндра укажите марку любого ковкого чугуна ферритного класса, ГОСТ 1215–79 (с. 26–27)</p>		

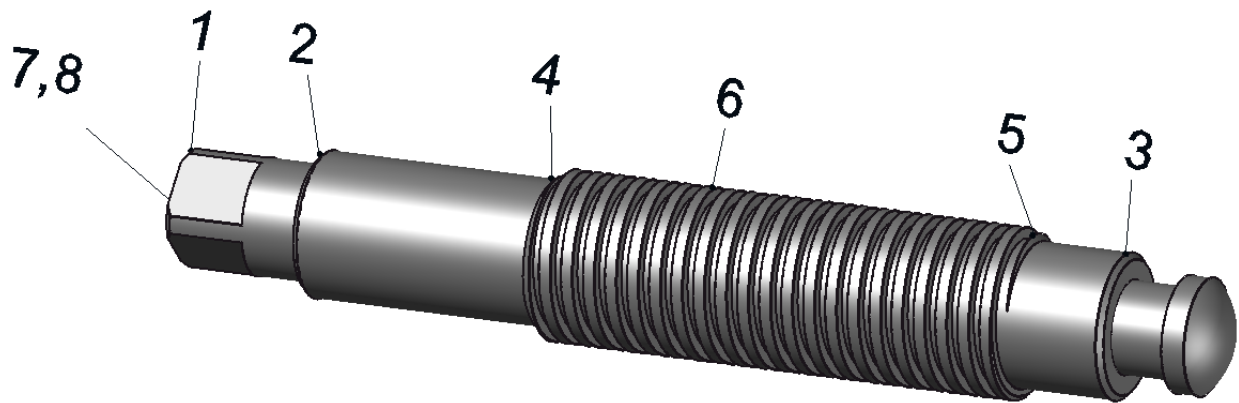
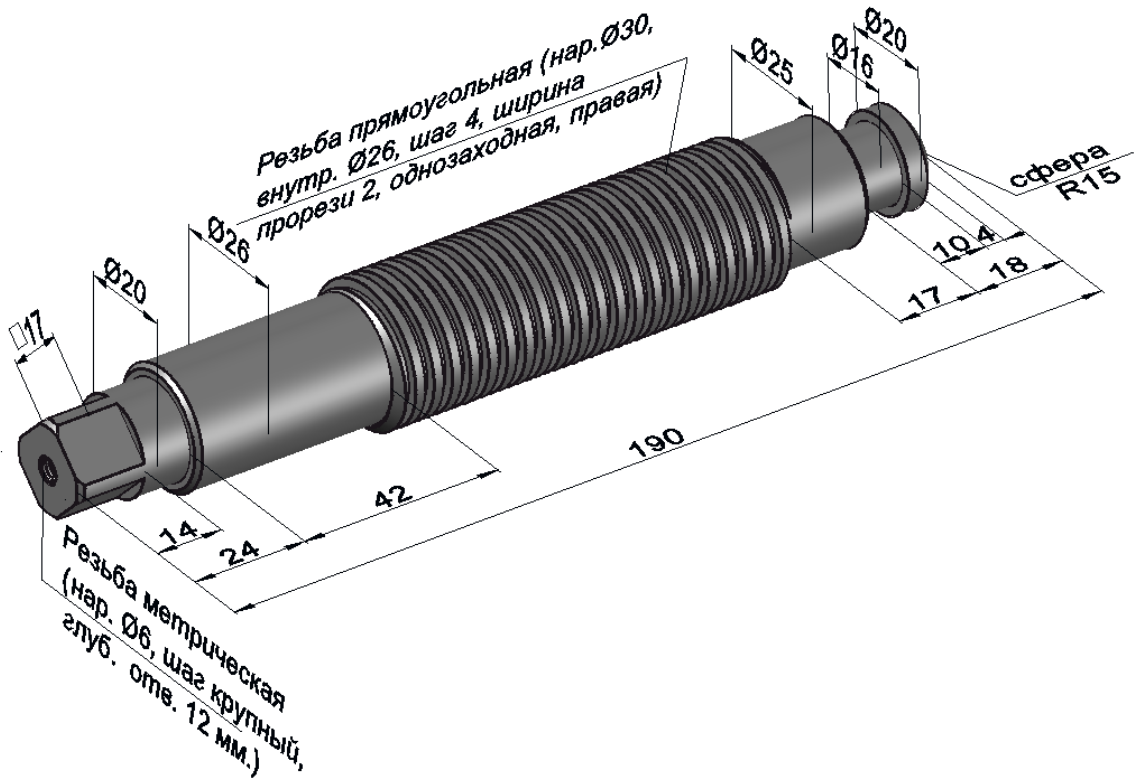
Вариант 24



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 2	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69	П5.1
3, 4, 5, 6, 7	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 3, 4 размер 1,6×45°; № 5 – 1×45°; № 6, 7 – 2,5×45°)	П3.4
8	Резьба упорная, ГОСТ 10177–82	П4.9
9	Резьба метрическая <i>внутренняя</i> с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002	П4.1
10	Фаска внутренней метрической резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80	П5.2

В качестве материала для изготовления **винта ходового** укажите марку любой *бронзы безоловянной*, обрабатываемой давлением, ГОСТ 18175–78 (с. 28)

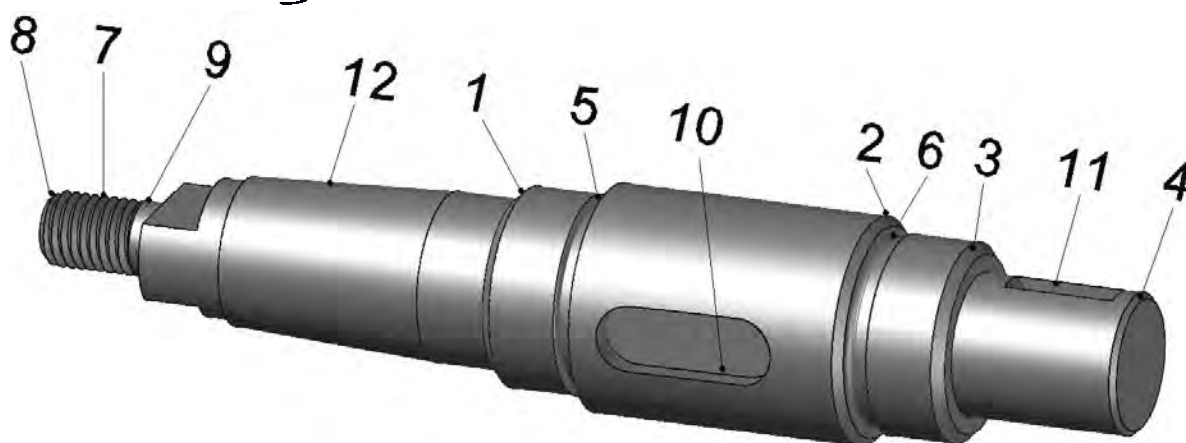
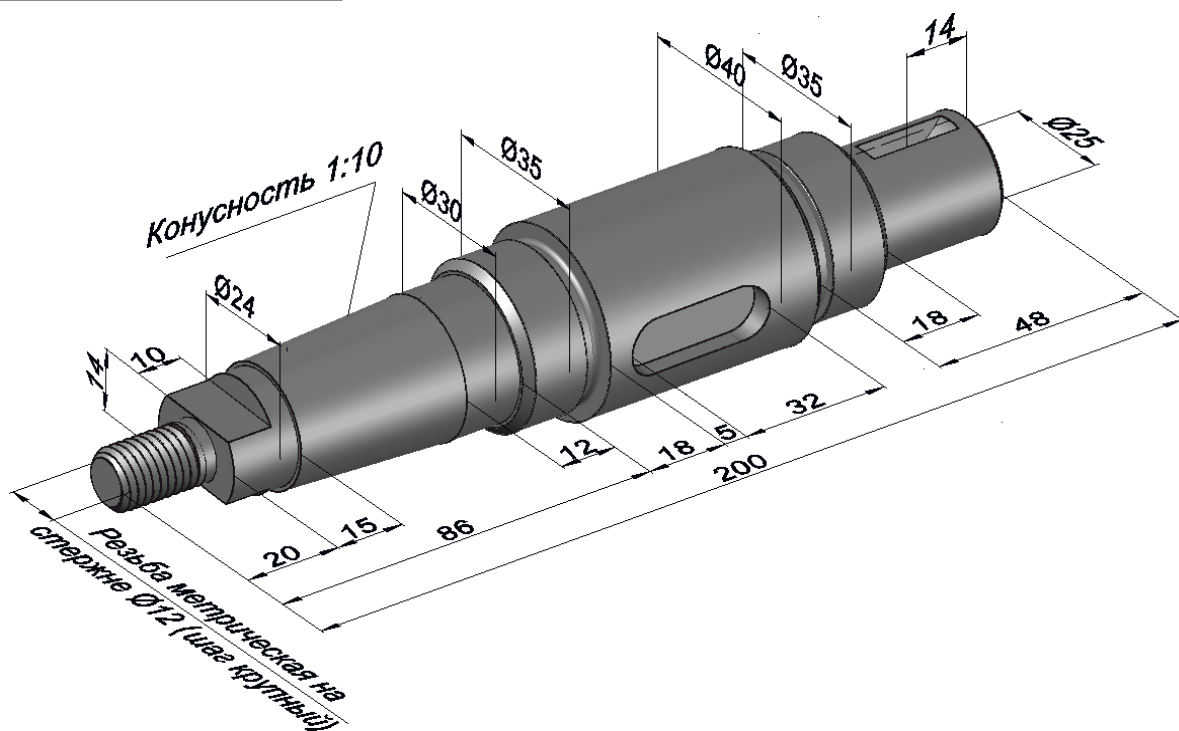
Вариант 25



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 2, 3, 4, 5	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1 размер 1×45°; № 2, 3 – 1,6×45°; № 4, 5 – 2,5×45°)	П3.4
6	Резьба прямоугольная (нестандартная, рис. 2.9)	
7	Резьба метрическая <i>внутренняя</i> с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002	П4.1
8	Фаска внутренней метрической резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80	П5.2

В качестве материала для изготовления **шпинделя вентиля** укажите марку любого медно-цинкового сплава, обрабатываемого давлением – *свинцовой латуни*, ГОСТ 15527–2004 (с. 27)

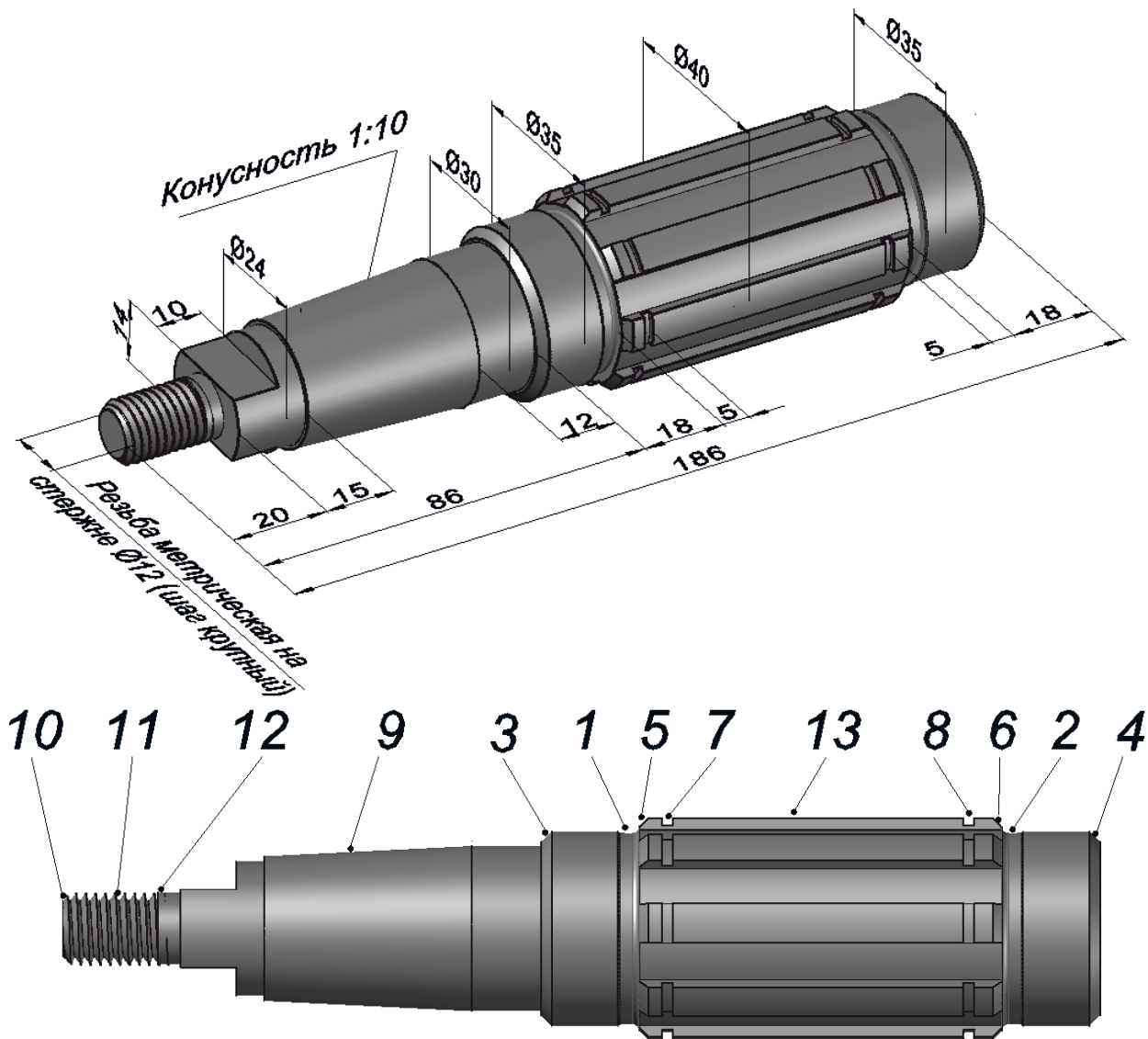
Вариант 26



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 2, 3, 4	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1, 3, 4 размер $1 \times 45^\circ$; № 2 – $1,6 \times 45^\circ$)	П3.4
5, 6	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69	П5.1
7	Резьба метрическая наружная с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002	П4.1
8	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80	П5.2
9	Недорез метрической резьбы, ГОСТ 10549–80	П5.2
10	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78	П3.1
11	Шпоночный паз под сегментную шпонку, ГОСТ 24071–97	П3.3
12	Конец конический с конусностью 1:10, ГОСТ 12081–73	П3.7

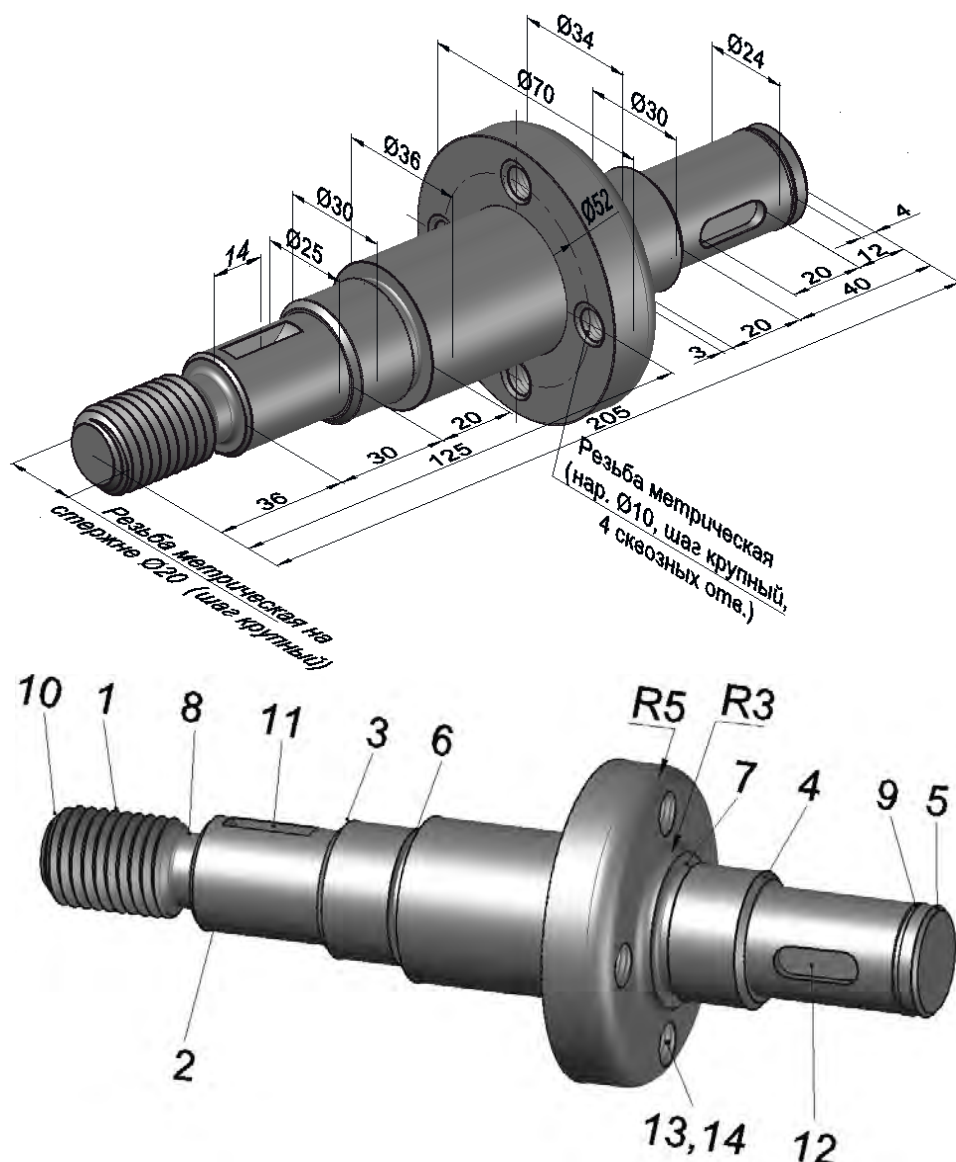
В качестве материала для изготовления **вала** укажите марку любой стали углеродистой *обыкновенного качества*, полуспокойной с содержанием марганца (в массовой доле 0,80 % и более), ГОСТ 380–2005 (с. 25)

Вариант 27



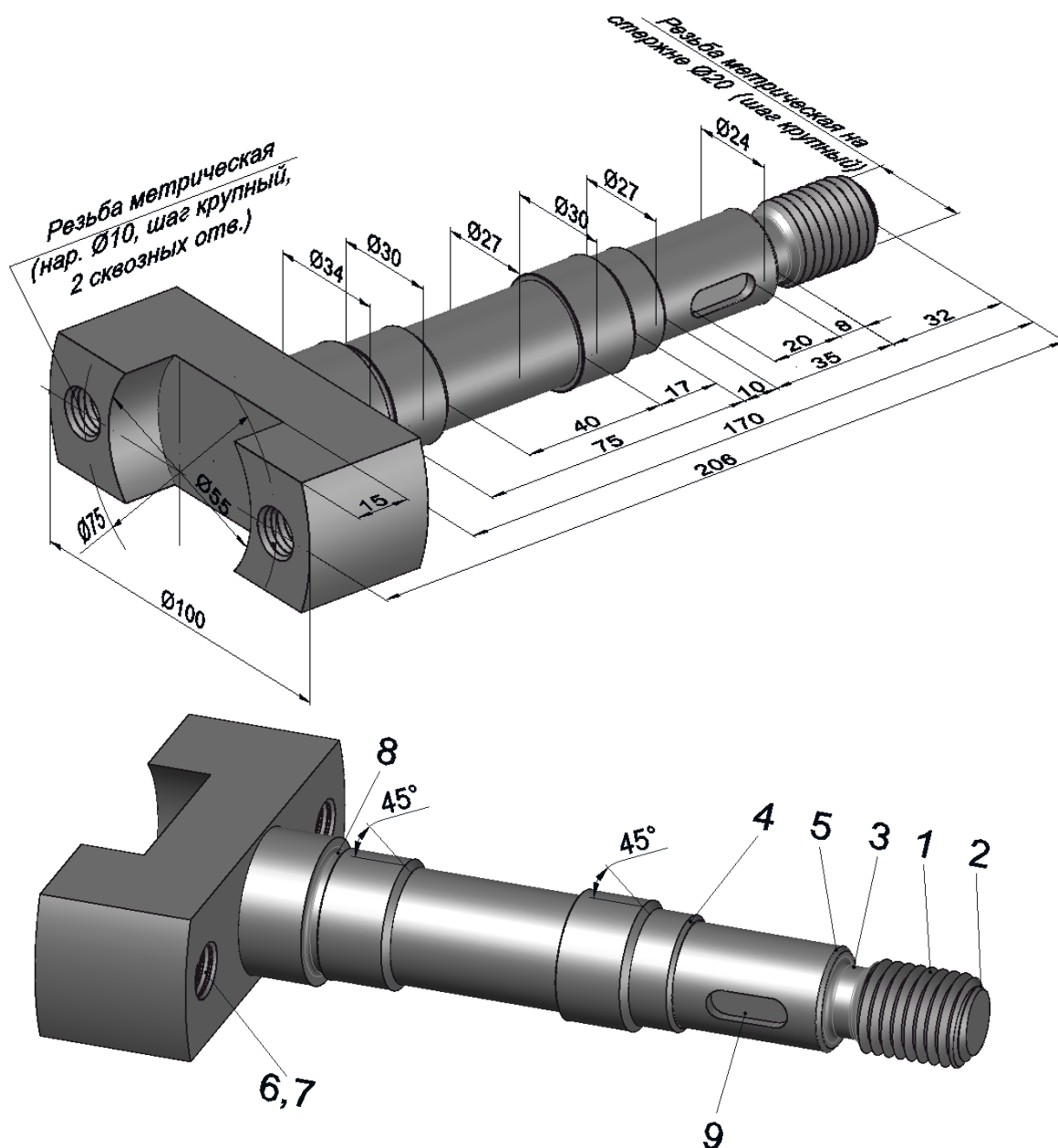
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 2	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69	П5.1
3, 4, 5, 6	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 3, 4 размер $1 \times 45^\circ$; № 5, 6 – $1,6 \times 45^\circ$)	П3.4
7, 8	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940–86	П3.5
9	Конец конический с конусностью 1:10, ГОСТ 12081–73	П3.7
10	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80	П5.2
11	Резьба метрическая наружная с крупным шагом, ГОСТ 8724–2002	П4.1
12	Недорез метрической резьбы, ГОСТ 10549–80	П5.2
13	Шлицы прямобочные (легкая серия), ГОСТ 1139–80	П3.8
В качестве материала для изготовления вала укажите марку любой конструкционной легированной хромистой стали, ГОСТ 4543–71 (с. 26)		

Вариант 28



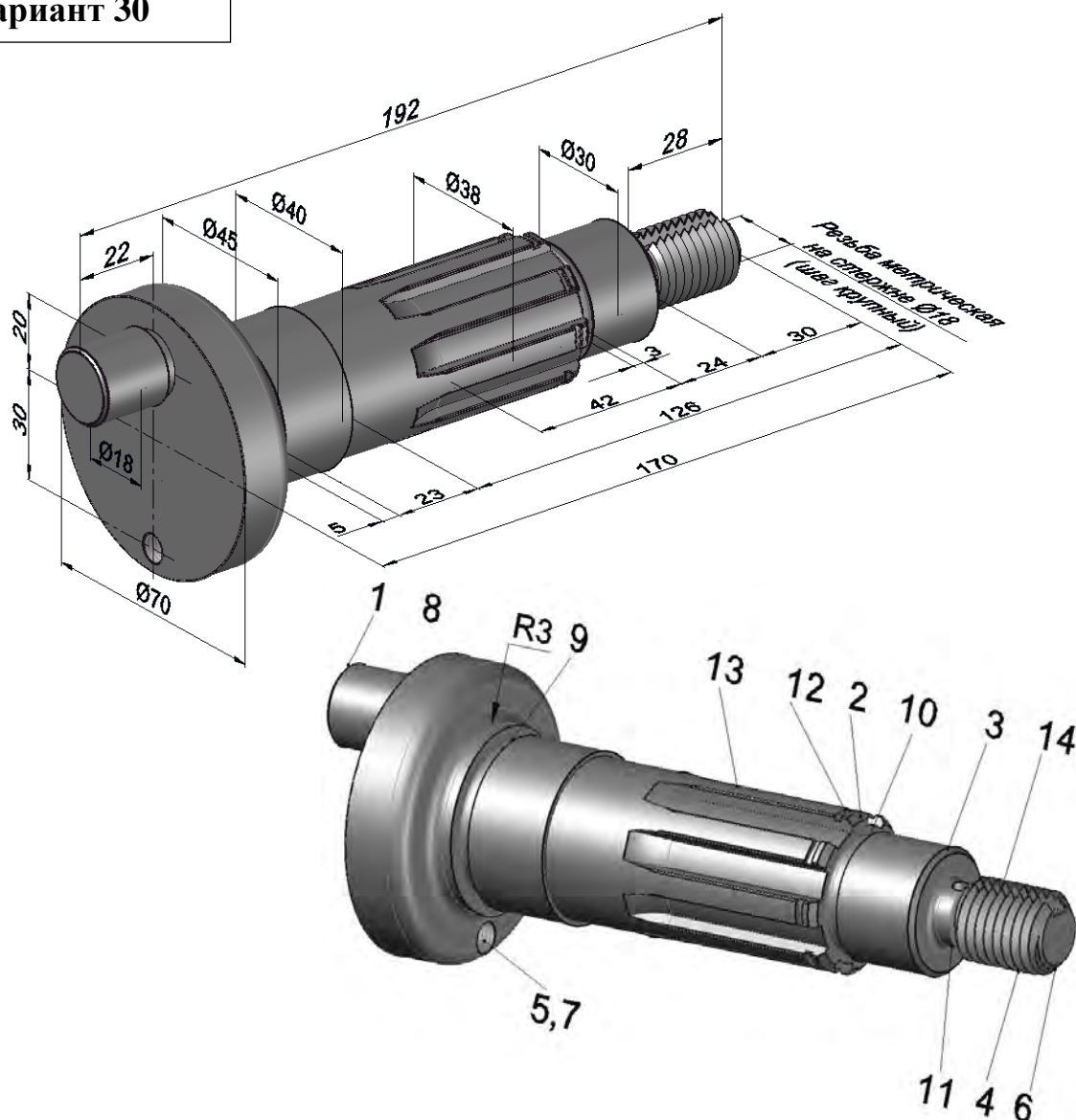
№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 13	Резьба метрическая с крупным шагом (ГОСТ 8724–2002): № 1 – наружная; № 13 – внутренняя	П4.1
2, 3, 4, 5	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 2, 5 размер 1×45°; № 3, 4 – 1,6×45°)	П3.4
6, 7	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69	П5.1
8	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической резьбы с крупным шагом (ГОСТ 8724–2002)	П5.2 П4.1
9	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940–86	П3.5
10, 14	Фаска резьбы: размеры устанавливает ГОСТ 10549–80	П5.2
11	Шпоночный паз под сегментную шпонку, ГОСТ 24071–97	П3.3
12	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78	П3.1
<p>В качестве материала для изготовления штока силового цилиндра укажите марку любого ковкого чугуна <i>перлитного</i> класса, ГОСТ 1215–79 (стр. 26–27)</p>		

Вариант 29



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 6	Резьба метрическая с крупным шагом (ГОСТ 8724–2002): № 1 – наружная; № 6 – внутренняя	П4.1
2, 7	Фаска резьбы (ГОСТ 10549–80): № 2 – наружной; № 7 – внутренней	П5.2
3	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической резьбы с крупным шагом (ГОСТ 8724–2002)	П5.2 П4.1
4, 5	Фаска: обе размером $1 \times 45^\circ$ согласно ГОСТ 10948–64	П3.4
8	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69	П5.1
9	Шпоночный паз под призматическую шпонку, ГОСТ 23360–78	П3.1
В качестве материала для изготовления вала укажите марку любой литой нелегированной стали, ГОСТ 977–88 (с. 26)		

Вариант 30



№ элемента	Название элемента в соответствии с ГОСТ	№ таблицы в приложении
1, 2, 3	Фаска: размеры должны соответствовать ГОСТ 10948–64 (№ 1 размер 1×45°; № 2, 3 – 1,6×45°)	П3.4
4, 5	Резьба метрическая с крупным шагом (ГОСТ 8724–2002): № 1 – наружная; № 13 – внутренняя	П4.1
6, 7	Фаска резьбы (ГОСТ 10549–80): № 6 – наружной; № 7 – внутренней	П5.2
8, 9, 10	Канавка для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании по цилиндру, ГОСТ 8820–69	П5.1
11	Проточка (ГОСТ 10549–80) для наружной метрической резьбы с крупным шагом (ГОСТ 8724–2002)	П5.2 П4.1
12	Канавка для кольца пружинного упорного плоского наружного концентрического, ГОСТ 13940–86	П3.5
13	Шлицы прямобочные (средняя серия), ГОСТ 1139–80	П3.8
14	Паз под стопорную многолапчатую шайбу, ГОСТ 11872–89	П4.2

В качестве материала для изготовления **вала** укажите марку любой **литой легованной стали**, ГОСТ 977–88 (с. 26)

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Учебники и учебные пособия

1. Бабулин, Н. А. Построение и чтение машиностроительных чертежей : учебник / Н. А. Бабулин. – 12-е изд., доп. – М. : Высшая школа, 2005. – 453 с.: ил.
2. Машиностроительное черчение : учебник для студентов машиностроительных и приборостроительных специальностей вузов / Г. П. Вяткин [и др.]; под ред. Г. П. Вяткина. – 20-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1985. – 368 с.: ил.
3. Левицкий, В. С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей : учебник / В. С. Левицкий. – 2007. – 435 с.: ил.
4. Чекмарев, А. А. Инженерная графика: учебник для вузов / А. А. Чекмарев. – 7-е изд. стер. – М. : Высшая школа, 2006 – 364 с.
5. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для бакалавров / А. А. Чекмарев. – 4-е изд. испр. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2012. – 471с.: ил. – (Серия : Бакалавр).

Справочники по черчению

6. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : в 3 т. / В. И. Анурьев. – 8-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1999, ил. и табл.
7. Курмаз, Л. В. Конструирование узлов и деталей машин : справочное учебно-методическое пособие / Л. В. Курмаз, О. Л. Курмаз. – 2007. – 455 с.
8. Машиностроительное черчение : учебник для студентов машиностроительных и приборостроительных специальностей вузов / Г. П. Вяткин, [и др.]; под ред. Г. П. Вяткина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1985. – 368 с., ил.
9. Новичихина, Л. И. Справочник по техническому черчению / Л. И. Новичихина. – Минск : Книжный дом, 2004. – 320 с., ил.
10. Попова, Г. Н. Машиностроительное черчение : справочник / Г. Н. Попова, С. Ю. Алексеев. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб. : Политехника, 1999. – 447 с: ил. и табл.
11. Справочное руководство по черчению / В. Н. Богданов [и др.]. – М. : Машиностроение, 1989. – 864 с.: ил.
12. Федоренко, В. А. Справочник по машиностроительному черчению / В. А. Федоренко, А. И. Шошин. – Л. : Машиностроение, 1984.
13. Чекмарев, А. А. Справочник по машиностроительному черчению / А. А. Чекмарев, В. К. Осипов. – 8-е изд., стер. – М. : Высшая школа, 2008. – 493 с.: ил.

Примечание: можно пользоваться учебниками, учебными пособиями и справочниками указанных авторов и других лет издания, а также учебными изданиями других авторов.

ПРИЛОЖЕНИЯ**Приложение 1****ПЕРЕЧЕНЬ ТЕХНИЧЕСКИХ НОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ АКТОВ***Таблица П1.1*

Номер ТНПА	Наименования ТНПА
ГОСТ 2.001–93	Единая система конструкторской документации. Общие положения
ГОСТ 2.101–68	Единая система конструкторской документации. Виды изделий
ГОСТ 2.102–68	Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторской документации
ГОСТ 2.103–68	Единая система конструкторской документации. Стадии разработки
ГОСТ 2.104–2006	Единая система конструкторской документации. Основные надписи
ГОСТ 2.105–95	Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам
ГОСТ 2.106–96	Единая система конструкторской документации. Текстовые документы
ГОСТ 2.109–73	Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам
ГОСТ 2.114–95	Единая система конструкторской документации. Технические условия
ГОСТ 2.118–73	Единая система конструкторской документации. Техническое предложение
ГОСТ 2.119–73	Единая система конструкторской документации. Эскизный проект
ГОСТ 2.120–73	Единая система конструкторской документации. Технический проект
ГОСТ 2.125–88	Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эскизных конструкторских документов
ГОСТ 2.201–80	Единая система конструкторской документации. Обозначение изделий и конструкторских документов
ГОСТ 2.301–68	Единая система конструкторской документации. Форматы
ГОСТ 2.302–68	Единая система конструкторской документации. Масштабы
ГОСТ 2.303–68	Единая система конструкторской документации. Линии
ГОСТ 2.304–81	Единая система конструкторской документации. Шрифты чертежные
ГОСТ 2.305–2008	Единая система конструкторской документации. Изображения – виды, разрезы, сечения
ГОСТ 2.306–68	Единая система конструкторской документации. Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах
ГОСТ 2.307–68	Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений
ГОСТ 2.308–79	Единая система конструкторской документации. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей
ГОСТ 2.311–68	Единая система конструкторской документации. Изображение резьбы
ГОСТ 2.315–68	Единая система конструкторской документации. Изображения упрощенные и условные крепежных деталей
ГОСТ 2.316–2008	Единая система конструкторской документации. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения.
ГОСТ 2.402–68	Единая система конструкторской документации. Условные изображения зубчатых колес, реек, червяков и звездочек цепных передач
ГОСТ 2.409–78	Единая система конструкторской документации. Правила выполнения чертежей зубчатых (шлицевых) соединений
ГОСТ 397–79	Шплинты. Технические условия
ГОСТ 1139–80	Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шлицевые прямобочные. Размеры и допуски

Номер ТНПА	Наименования ТНПА
ГОСТ 3128–70	Штифты цилиндрические незакаленные. Технические условия
ГОСТ 3478–79	Подшипники качения. Основные размеры»
ГОСТ 5918–73	Гайки шестигранные прорезные и корончатые класса точности В. Конструкция и размеры
ГОСТ 5919–73	Гайки шестигранные прорезные и корончатые низкие класса точности В. Конструкция и размеры
ГОСТ 6111–52	Резьба коническая дюймовая с углом профиля 60°
ГОСТ 6211–81	Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трубная коническая
ГОСТ 6357–81	Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трубная цилиндрическая
ГОСТ 6424–73	Зев (отверстие), конец ключа и размер под «ключ»
ГОСТ 6636–69	Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные линейные размеры
ГОСТ 8724–2002	Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Диаметры и шаги
ГОСТ 8820–69	Канавки для выхода шлифовального круга. Форма и размеры
ГОСТ 9150–2002	Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Профиль
ГОСТ 9484–81	Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трапецеидальная. Профили
ГОСТ 10177–82	Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба упорная. Профили и основные размеры
ГОСТ 10549–80	Выход резьбы. Сбеги, недорезы, проточки и фаски
ГОСТ 10748–79	Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с призматическими высокими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки
ГОСТ 10948–64	Радиусы закруглений и фаски. Размеры
ГОСТ 11708–82	Резьба. Термины и определения
ГОСТ 11871–88	Гайки круглые шлицевые класса точности А. Технические условия
ГОСТ 11872–89	Шайбы стопорные многолапчатые. Технические условия
ГОСТ 12080–66	Концы валов цилиндрические. Основные размеры, допускаемые крутящие моменты
ГОСТ 12081–72	Концы валов конические с конусностью 1:10. Основные размеры. Допускаемые крутящие моменты
ГОСТ 12414–94	Концы болтов, винтов и шпилек. Размеры
ГОСТ 13940–86	Кольца пружинные упорные плоские и канавки для них. Конструкция и размеры
ГОСТ 13942–86	Кольца пружинные упорные плоские наружные эксцентрические и канавки для них. Конструкция и размеры
ГОСТ 14734–69	Шайбы концевые. Конструкция
ГОСТ 21495–76	Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения
ГОСТ 23360–78	Основные нормы взаимозаменяемости. Соединения шпоночные с призматическими шпонками. Размеры шпонок и сечений пазов. Допуски и посадки
ГОСТ 24071–97	Основные нормы взаимозаменяемости. Сегментные шпонки и шпоночные пазы
ГОСТ 24296–93	Штифты цилиндрические закаленные. Технические условия
ГОСТ 24705–2004	Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры
ГОСТ 24738–81	Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трапецеидальная однозаходная. Диаметры и шаги
ГОСТ 24739–81	Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба трапецеидальная многозаходная
ГОСТ 25229–82	Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба коническая метрическая

ОБУСЛОВЛЕННОСТЬ ПРАВИЛ НАНЕСЕНИЯ РАЗМЕРОВ ТЕХНОЛОГИЕЙ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВАЛА

Размеры на рабочих чертежах деталей должны отражать требования производства и способствовать снижению трудоемкости изготовления, прежде всего, за счет исключения лишних технологических операций. Так, по возможности, одинаковые размеры отдельных элементов деталей, например, фасок, канавок, проточек (см. рис. 2.2), позволяют минимизировать количество необходимого режущего и измерительного инструмента и снижают себестоимость изготовления детали. Другими словами, *размеры* должны способствовать оптимальной технологии изготовления детали, учитывать последовательность технологических операций и то оборудование, на котором деталь будет изготовлена (рис. П2.1–П2.4). Все размеры деталей можно разделить на две группы: сопрягаемые и свободные (несопрягаемые).

Сопрягаемые размеры определяют форму поверхности детали, сопрягаемой с поверхностью другой детали в изделии, а также положение этих поверхностей в изделии. Поверхности детали, которые не соприкасаются с поверхностями других деталей в изделии, определяются *свободными размерами*. Все размеры указывают от базовых поверхностей, линий или точек, относительно которых определяется положение отдельных элементов детали в процессе изготовления или эксплуатации в готовом изделии. Различают *базы* конструкторские, технологические, измерительные, сборочные, вспомогательные.

Конструкторские базы определяют положение детали в готовом изделии.

Технологические базы определяют положение детали при обработке.

Измерительная (главная) база – это база, от которой производится отсчет размеров при изготовлении и контроле готового изделия. *Скрытой измерительной базой* является ось вращения детали.

Вспомогательные базы помогают отсчитывать размеры второстепенных элементов детали. Вспомогательные базы должны быть связаны размерами с основной измерительной базой (см. рис. П2.4).

Размеры деталей можно наносить от баз тремя способами: цепочкой, координатным и комбинированным способами.

При нанесении размеров *цепочкой* нужно учитывать, чтобы размерная цепь не была замкнутой. Каждый элемент или ступень детали обрабатывается самостоятельно. Нанесение размеров цепочкой приводит к *суммированию ошибок*, появляющихся в процессе изготовления детали, что приводит к более жестким требованиям при контроле суммарных размеров. Размеры цепочкой наносят в тех случаях, когда требуется точно выдержать размеры отдельных элементов, а не суммарный размер.

При *координатном* способе размеры наносят от выбранной базы. Каждый размер в этом случае является координатой, определяющей положение элемента детали относительно базы (см. рис. П2.2). Этот способ позволяет обеспечить

высокую точность исполнения размера независимо от исполнения других размеров детали.

Комбинированный способ нанесения размеров нашел самое широкое применение в практике, так как сочетает в себе особенности и цепного, и координатного способов. При этом способе размеры, требующие высокой точности исполнения, можно отделить от других размеров (см. рис. П2.2).

Размеры между обрабатываемыми и необрабатываемыми поверхностями детали выделяются в отдельные размерные цепи, которые должны быть связаны между собой одним размером.

При нанесении размеров на рабочих чертежах деталей необходимо соблюдать следующие положения:

1. Чертеж детали должен содержать три группы размеров, необходимых для ее изготовления: *габаритные, межосевые и межцентровые* размеры и их *расстояния до баз, размеры отдельных элементов* детали.

2. В ряде случаев проставляют еще и размеры установочные, соединительные и справочные.

3. Каждый отличный от других элемент детали должен иметь размеры формы и размеры положения его относительно баз (см. рис. П2.2 и П2.4). На один и тот же элемент каждый размер проставляется *только один раз*. При этом для удобства пользования чертежом все размеры, определяющие элемент детали, должны *концентрироваться на одном* главном для данного элемента изображении.

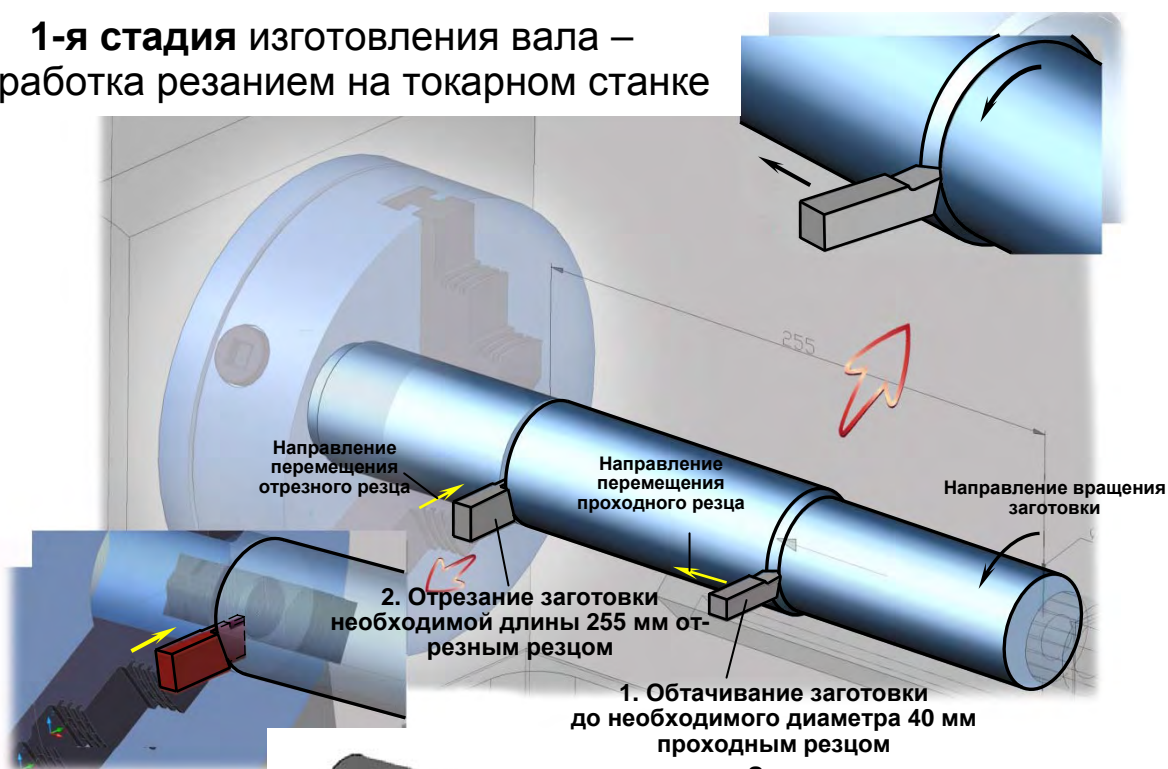
4. Нельзя записывать вперемешку размеры наружных и внутренних поверхностей элементов детали. При этом размерные линии предпочтительнее располагать *вне контура* изображения. *Пересечение* выносных и размерных линий нежелательно, и категорически воспрещается выносить меньший размер за больший. Простановка размеров от *линии невидимого контура* не рекомендуется.

Нанесение размеров на чертеже детали, *обрабатываемой на токарном станке*, имеет свою специфику. Простановка размеров ведется от правого торца, от *базы наладки*. При токарных методах обработки этот торец обрабатывается первым; от него производят наладку упоров, режущего инструмента и измерения детали (см. рис. П2.2).

При простановке размеров от базы наладки цепным или комбинированным методом установка инструмента усложняется. Поэтому, если по конструктивным соображениям не требуется применения цепного или конструктивного метода, то простановку размеров рекомендуется производить от базы наладки *только координатным методом*. Можно также за базу наладки принять один из буртиков вала, от которого проставляются размеры длин ступеней вала.

Вопросы обеспечения рабочего чертежа детали необходимыми размерами продумываются уже по ходу определения необходимого количества и содержания изображений, а непосредственно решаются только тогда, когда изображения детали уже выполнены.

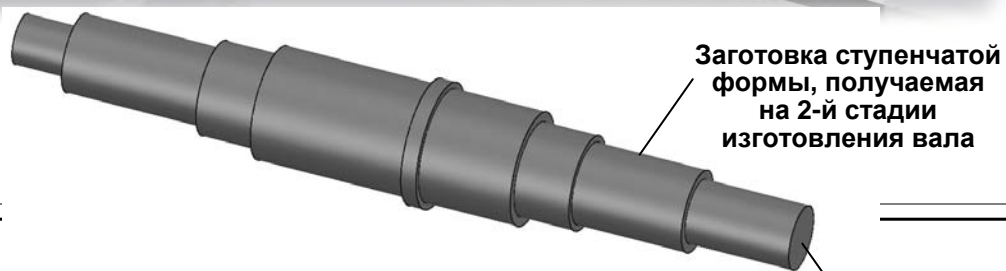
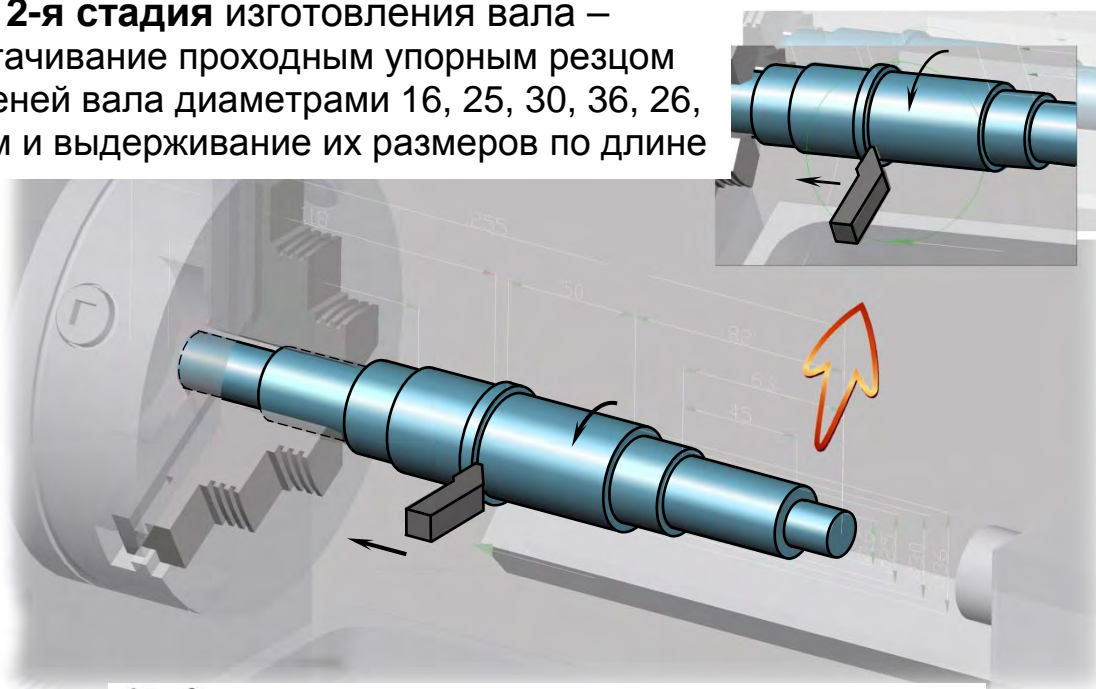
1-я стадия изготовления вала – обработка резанием на токарном станке



					БНТУ.ИГО000.001			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Вал	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Солонко С.В.			10.12				1:1
Провер.	Ким Ю.А.			20.12				
Т. контр.	Яцкевич В.В.			30.12				
Н. контр.	Белякова Е.И.			4.02.12	Сталь 45 ГОСТ 1050-88	Лист 1		зр. 301110
Чтб.	Зеленый П.В.			6.02.12				

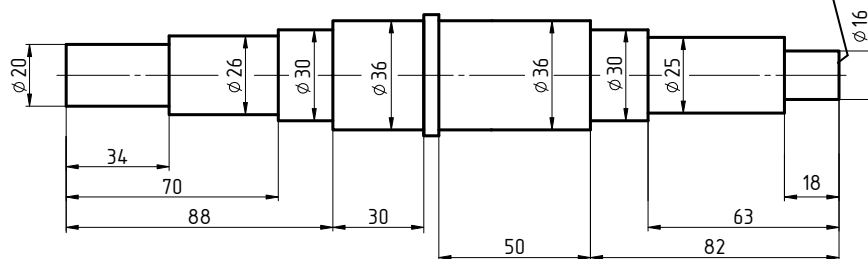
Рис. П2.1. Изготовление на 1-й стадии согласно чертежу заготовки вала из проката

2-я стадия изготовления вала –
 вытачивание проходным упорным резцом
 ступеней вала диаметрами 16, 25, 30, 36, 26,
 20 мм и выдерживание их размеров по длине



Заготовка ступенчатой
 формы, получаемая
 на 2-й стадии
 изготовления вала

Технологи-
 ческая база –
 база наладки



				БНТУ.ИГ0000.001				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Вал	Лист	Масштаб	Масштаб
Разработ	Соловко С.В.			10.02.12		1:1	Лист	Листов 1
Провер.	Ким В.А.			2.02.12				
Т. контр.	Яцкевич В.В.			3.02.12				
Н. контр.	Белюкова Е.И.			4.02.12				
Своб.	Зеленый П.В.			6.02.12	Сталь 45 ГОСТ1050-88	зр. 301110		

Рис. П2.2. Выполнение согласно чертежу ступеней вала токарной обработкой заготовки, полученной на 1-й стадии изготовления

**3-я стадия изготовления вала –
вытачивание канавок фасонным резцом 1
и фасок проходным отогнутым резцом 2**

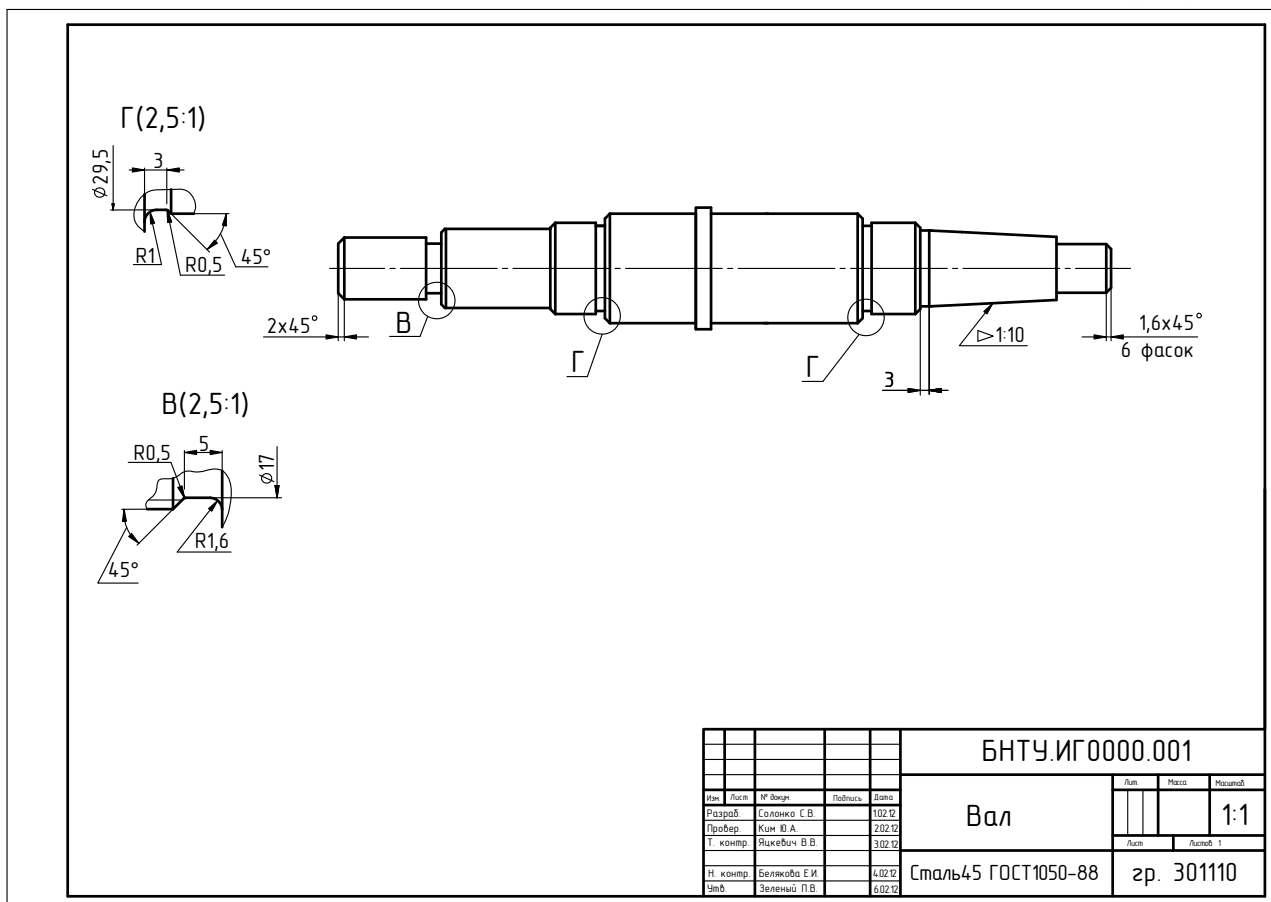
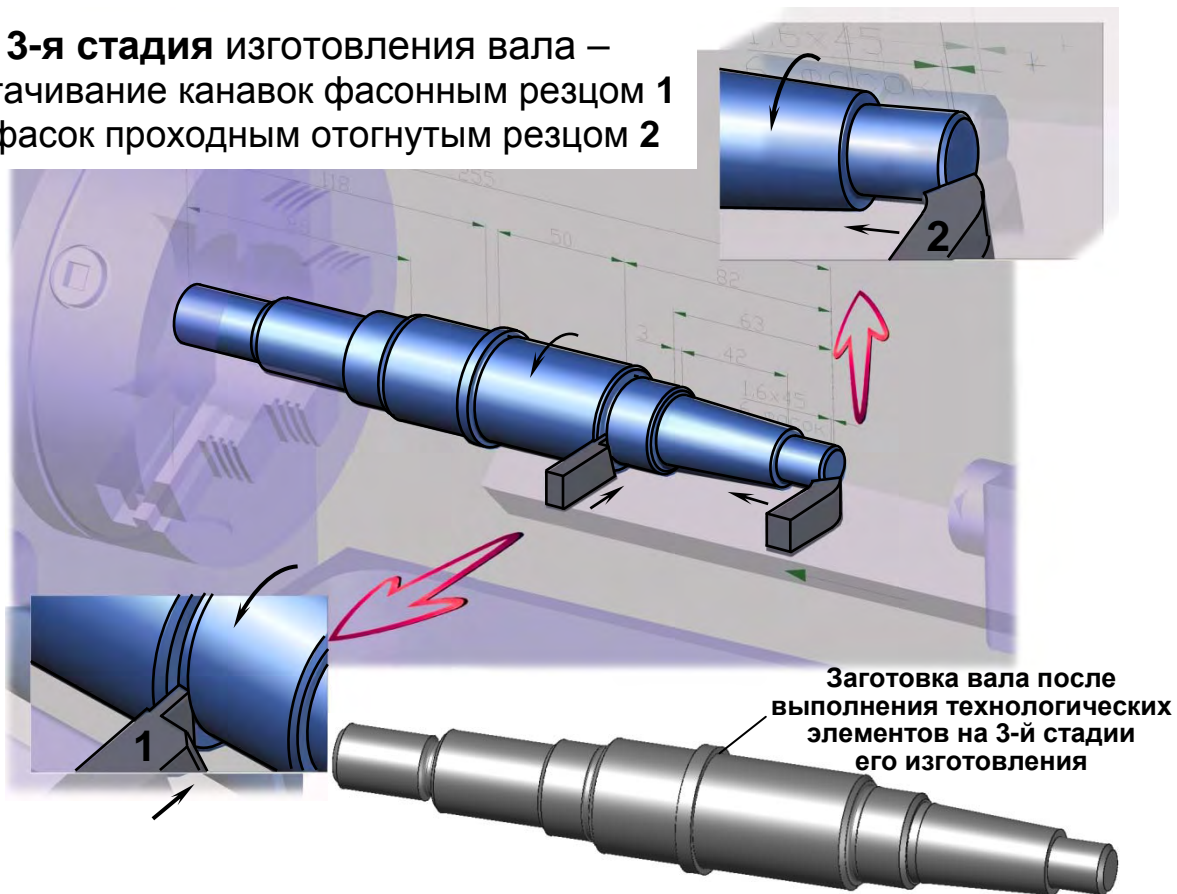
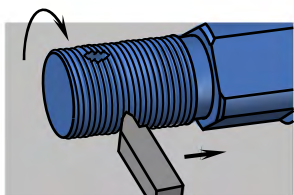
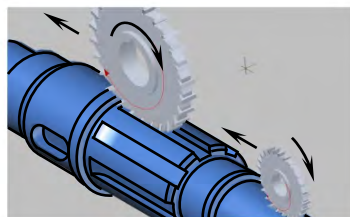


Рис. П2.3. Выполнение технологических элементов вала согласно чертежу токарной обработки заготовки, полученной на 2-й стадии изготовления

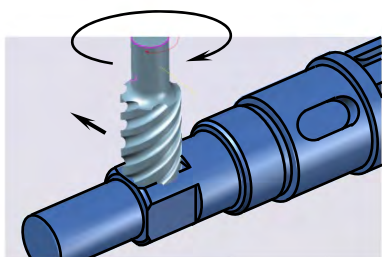
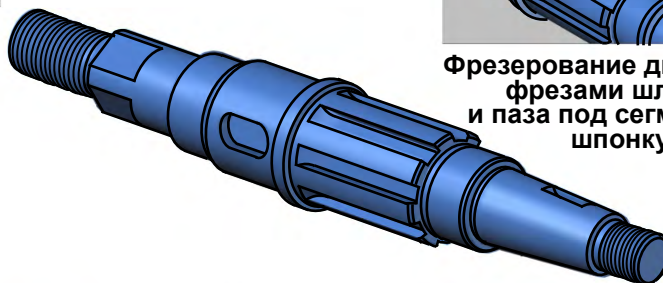
4-я стадия изготовления вала – заключительная:



Нарезание резьбы



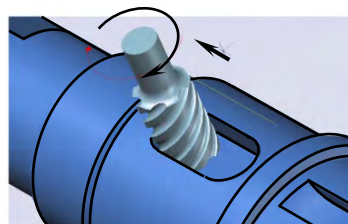
Фрезерование дисковыми фрезами шлицев и паза под сегментную шпонку



Фрезерование лысок квадратного хвостовика торцевой фрезой



Сверление отверстия под шплинт



Фрезерование паза под призматическую шпонку торцевой фрезой

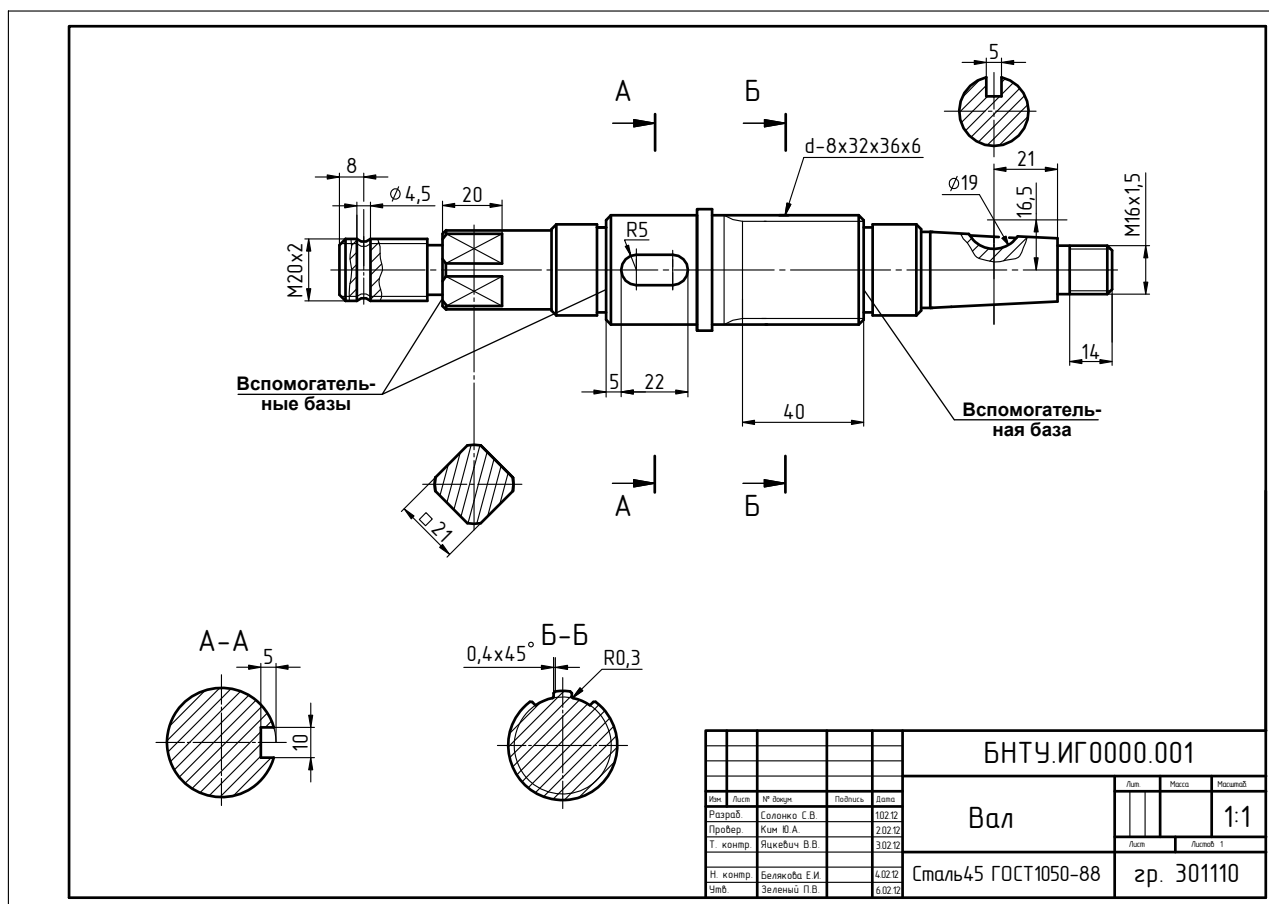
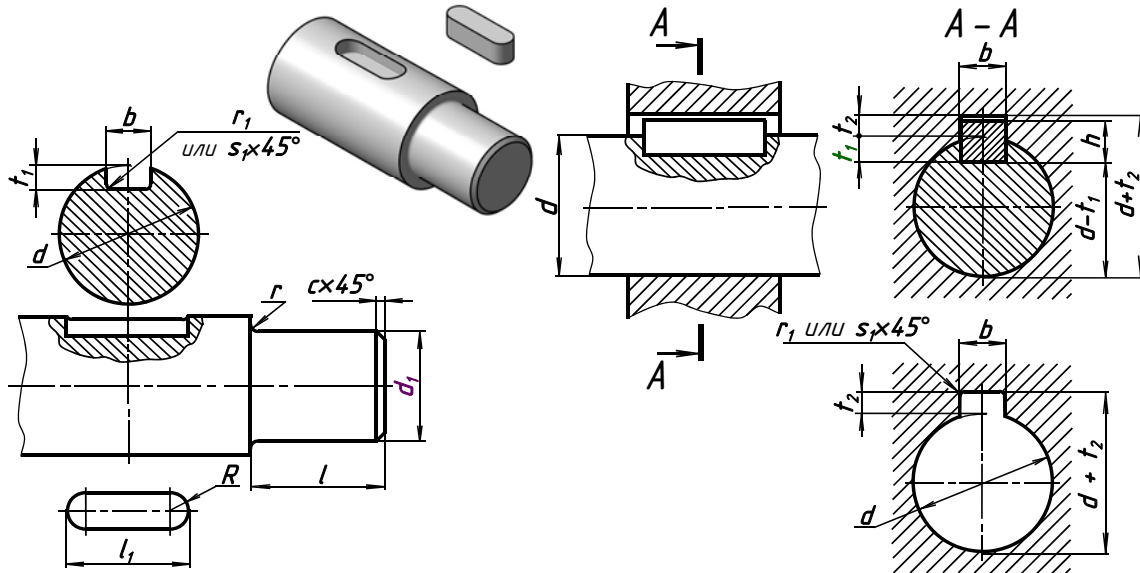


Рис. П2.4. Выполнение согласно чертежу конструктивных элементов вала токарной и фрезерной обработкой и сверлением заготовки, полученной на 3-й стадии изготовления

СТАНДАРТНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ВАЛОВ

ГОСТ 23360–78 «Соединения шпоночные с призматическими шпонками»

Таблица ПЗ.1



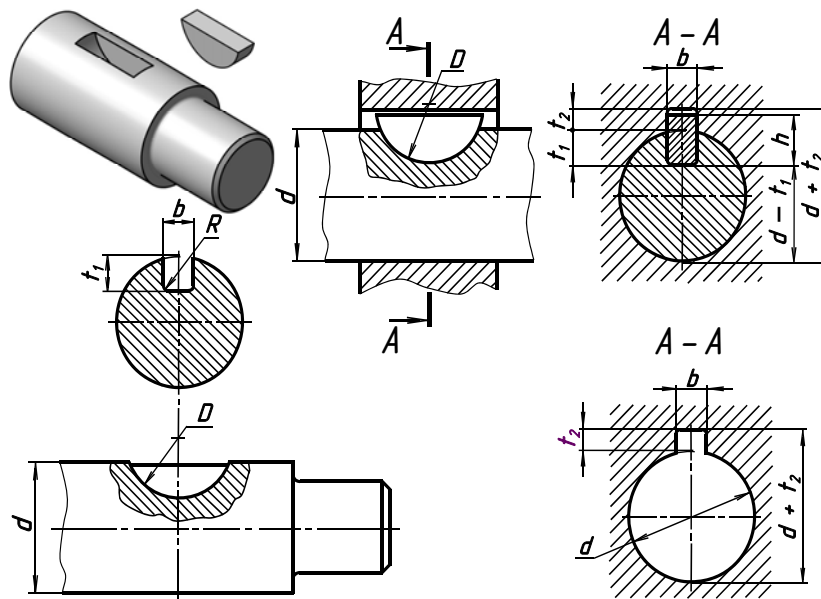
Диаметр вала, d	Размеры сечений шпонок, $b \times h$	Глубина пазов		Радиус закругления r_1 или фаска $s \times 45^\circ$		Длина шпонок (шпоночных пазов), l_1
		Вала, t_1	Втулки, t_2	Не более	Не менее	
От 6 до 8	2×2	1,2	1,0	0,16	0,08	6...20
Св. 8 до 10	3×3	1,8	1,4			6...36
> 10 > 12	4×4	2,5	1,8			8...45
> 12 > 17	5×5	3,0	2,3	0,25	0,16	10...56
> 17 > 22	6×6	3,5	2,8			14...70
> 22 > 30	7×7 8×7	4,0	3,3			16...63 18...90
> 30 > 38	10×8	5,0	3,3	0,4	0,25	22...110
> 38 > 44	12×8	5,0	3,3			28...140
> 44 > 50	14×9	5,5	3,8			36...160
> 50 > 58	16×10	6,0	4,3			45...180
> 58 > 65	18×11	7,0	4,4			50...200

Таблица ПЗ.2

ГОСТ 12080–66 «Концы валов цилиндрические»

Диаметр конца вала, d_1		Длина конца вала, l		r (галтель)	c (фаска)
1-й ряд	2-й ряд	Длинное исполнение	Короткое исполнение		
16	-	40	28	1	0,6
18	-				
-	19				
20	-	50	36	1,6	1
22	-				
-	24				
25	-	60	42	2,0	1,6
28	-				
-	30				
32	-	80	58		

ГОСТ 24071–97 «Сегментные шпонки и шпоночные пазы»

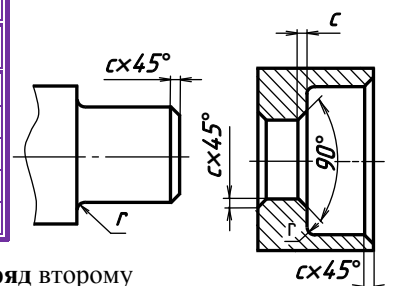


Диаметр вала d для шпонок, передающих крутящий момент (серия 1)		Диаметр вала d для шпонок, фиксирующих детали на валу (серия 2)		Размеры шпонок $b \times h \times D$	Глубина пазов		Радиус, R	
свыше	до	свыше	до		вала t_1	втулки t_2	Не более	Не менее
5	6	6	8	2,0×2,6×7	1,8	1,0	0,16	0,08
6	7	8	10	2,0×3,7×10	2,9	1,0		
7	8	10	12	2,5×3,7×10	2,7	1,2		
8	10	12	15	3,0×5,0×13	3,8	1,4		
10	12	15	18	3,0×6,5×16	5,3	1,4		
12	14	18	20	4,0×6,5×16	5,0	1,8		
14	16	20	22	4,0×7,5×19	6,0	1,8	0,25	0,16
16	18	22	25	5,0×6,5×16	4,5	2,3		
18	20	25	28	5,0×7,5×19	5,5	2,3		
20	22	28	32	5,0×9,0×22	7,0	2,3	0,25	0,25
22	25	32	36	6,0×9,0×22	6,5	2,8		
25	28	36	40	6,0×10,0×25	7,5	2,8	0,25	0,16
28	32	40	—	8,0×11,0×28	8,0	3,3	0,4	0,25
32	38	—	—	10,0×13,0×32	10,0	3,3		

Таблица ПЗ.4

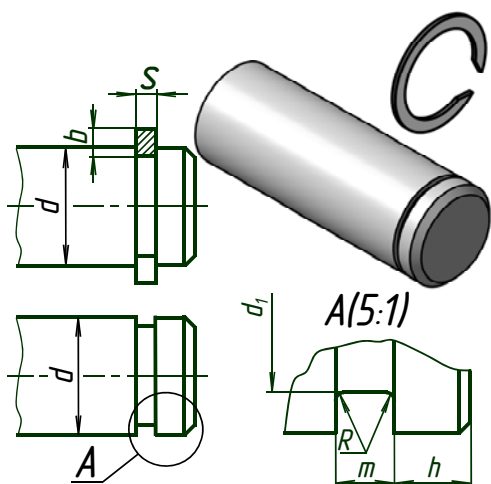
ГОСТ 10948–64 «Радиусы закруглений и фаски. Размеры»

Размеры фасок c и радиусов закруглений r в мм					
1-й ряд	2-й ряд	1-й ряд	2-й ряд	1-й ряд	2-й ряд
0,40	0,40	—	1,2	4,0	4,0
—	0,50	1,6	1,6	—	5,0
0,60	0,60	—	2,0	6,0	6,0
—	0,80	2,5	2,5	—	8,0
1,0	1,0	—	3,0	10	10



При выборе фасок и радиусов закруглений следует предпочитать **первый ряд** второму

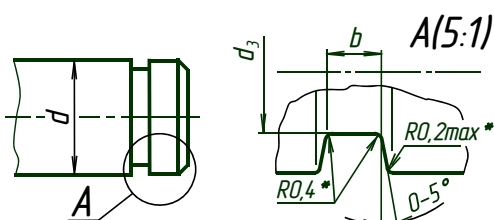
ГОСТ 13940–86 «Кольца пружинные упорные плоские и канавки для них»



Диаметр вала, d	Размеры канавки			Размеры кольца	
	d_1	m	h (не менее)	b	s
20	18,6	1,4	2,1	3,2	1,2
22	20,6				
23	21,5				
24	22,5				
25	23,5		2,3		
26	24,5				
28	26,5				
29	27,5				
30	28,5		2,7		
32	30,2				
34	32,2	1,9	3,0	5,0	1,7
35	33,0				
36	34,0				
37	35,0				
38	36,0		3,8		
40	37,5				
42	39,5				
45	42,5				

Таблица ПЗ.6

ГОСТ 9833–73 «Кольца резиновые уплотнительные круглого сечения для гидравлических и пневматических устройств. Конструкция и размеры»

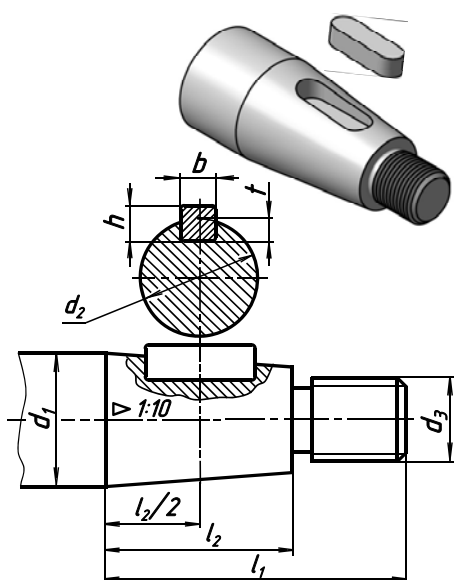


*Размер обеспечивается инструментом

Обозначение типоразмера кольца	d	d_3	b
014-018-25	18	14	3,3
016-020-25	20	16	
018-022-25	22	18	
020-024-25	24	20	
022-026-25	26	22	

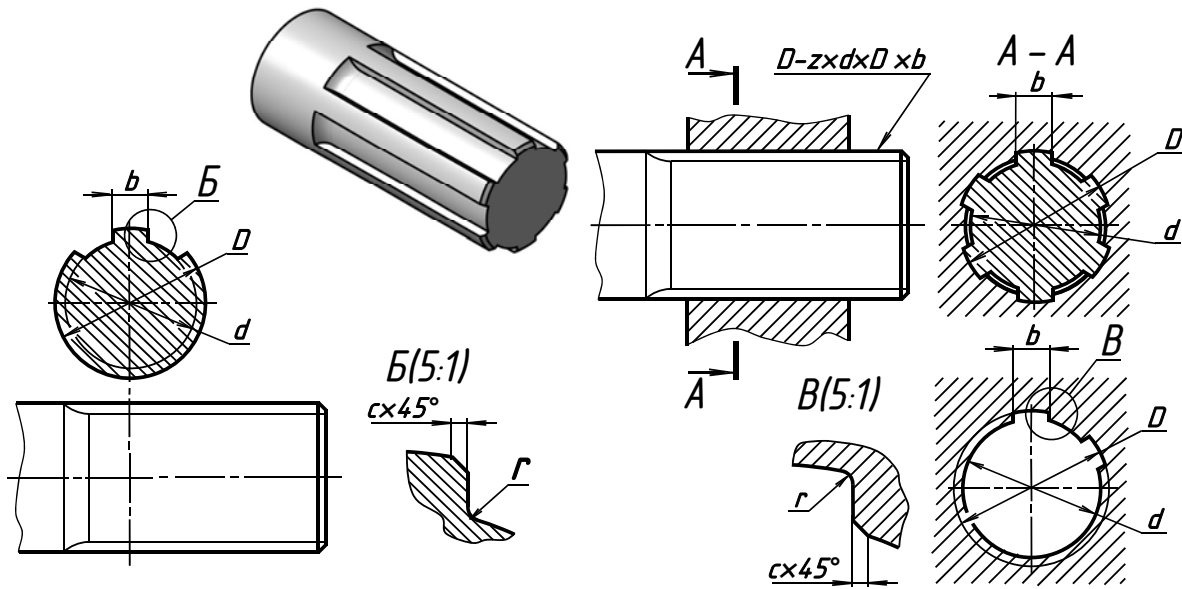
Таблица ПЗ.7

ГОСТ 12081–72 «Концы валов конические с конусностью 1:10»



Номинальный диаметр, d_1		l_1	l_2	d_2	b	h	t	d_3
I ряд	II ряд							
18	-	40	28	16,60	4	4	2,5	M10×1,25
-	19			17,60				
20	-	50	36	18,20				5
22	-			20,20				
-	24	60	42	22,20	6	6	3,5	M16×1,5
25	-			22,90				
28	-	80	58	25,90				
-	30			27,10				
32	-			29,10				
-	35			32,10				
36	-	110	82	33,10				
-	38			35,10				
40	-	35,90						

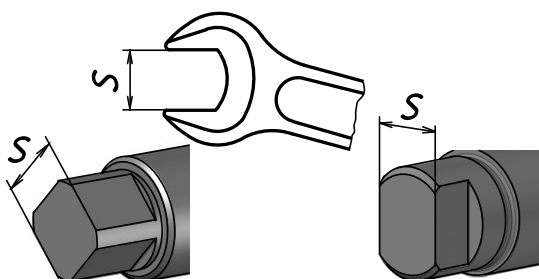
ГОСТ 1139–80 «Соединения шлицевые прямобоочные»



Номинальный размер $z \times d \times D \times b$	z	d	D	b	c	r , не более
Легкая серия						
6×23×26×6	6	23	26	6	0,3	0,2
6×26×30×6	6	26	30	6		
6×28×32×7	6	28	32	7		
8×32×36×6	8	32	36	6	0,4	0,3
8×36×40×7	8	36	40	7		
8×42×46×8	8	42	46	8		
8×46×50×9	8	46	50	9	0,5	0,5
8×52×58×10	8	52	58	10		
8×56×62×10	8	56	62	10		
8×62×68×12	8	62	68	12		
Средняя серия						
6×21×25×5	6	21	25	5	0,4	0,3
6×23×28×6	6	23	28	6		
6×26×32×6	6	26	32	6		
6×28×34×7	6	28	34	7		
8×32×38×6	8	32	38	6		
8×36×42×7	8	36	42	7		
8×42×48×8	8	42	48	8	0,5	0,5
8×46×54×9	8	46	54	9		

Таблица ПЗ.9

ГОСТ 6424–73 «Зев (отверстие), конец ключа и размер под "ключ"»



Размер под ключ, S					
4,0	5,0	5,5	6,0*	7,0	8,0
(9,0)	10,0	(11,0)	12,0	13,0	14,0
(15,0)	16	17,0	18	19,0	21
22,0	24,0	27,0	30,0	32,0	34
36,0	41,0	46,0	50,0	55,0	60,0

Размеры, заключенные в скобки, допускается применять для ранее изготовленных изделий

РЕЗЬБЫ И РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Резьба́ – винтовая поверхность с постоянным шагом, которую геометрически можно представить как образованную движением по цилиндрической или конической винтовой линии профиля определенной формы – треугольного, трапецеидального, прямоугольного, круглого.

Выполненную снаружи цилиндра или конуса резьбу называют *наружной*, а выполненную в отверстии аналогичной формы – *внутренней*.

В зависимости от формы поверхности различают *цилиндрическую* и *коническую* резьбы.

В зависимости от направления винтовой поверхности различают *правую* и *левую* резьбы.

В зависимости от количества профилей, одновременно совершающих винтовое движение (*число заходов*), различают однозаходную, двухзаходную, трёхзаходная и т. д. резьбы.

По назначению резьба может *крепежной*, *крепежно-уплотнительной*, *ходовой* и др.

Большинство резьб являются *стандартными* и их размеры задают из таблиц соответствующего ГОСТ.

Основным отличием различных типов резьб является их *профиль*. Профиль метрической резьбы устанавливает ГОСТ 9150–2002 «Резьба метрическая. Профиль». Он представляет собой треугольник с углом при вершине 60° . Для предотвращения залипания при сборке вершину треугольника срезают (рис. П4.1).

Это основной вид *крепежной* резьбы. Предназначен для соединения деталей непосредственно друг с другом и тогда резьба выполняется прямо на них или для соединения деталей с помощью стандартных резьбовых изделий – болтов, винтов, шпилек, гаек. Ее параметры задают в миллиметрах по ГОСТ 24705–2004 «Резьба метрическая. Основные размеры». Согласно ГОСТ 8724–2002 «Резьба метрическая. Диаметры и шаги» метрические резьбы выполняются с крупным и мелким шагом на поверхностях диаметром от 1 до 68 мм. Свыше 68 мм резьба имеет только мелкий шаг, причем мелкий шаг резьбы может быть разным для одного и того же диаметра, а крупный имеет только одно значение. Так, для резьбы диаметром 10 мм круп-

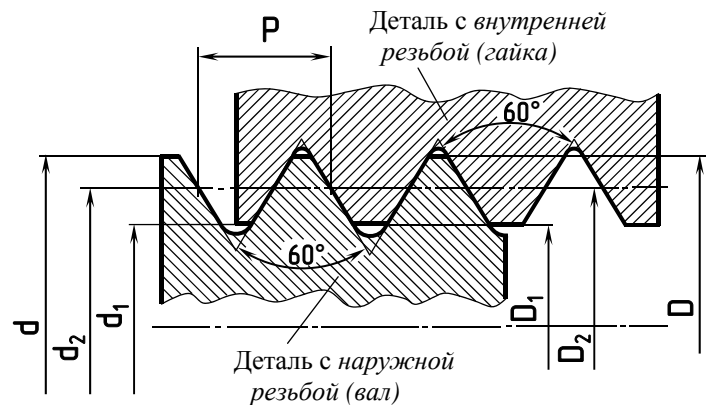


Рис. П4.1. Основной профиль метрической резьбы:
 d и D – номинальные наружные диаметры, соответственно, наружной и внутренней резьбы;
 d_1 и D_1 – номинальные внутренние диаметры этих резьб;
 d_2 и D_2 – их средние диаметры; P – шаг резьбы

ный шаг резьбы равен 1,5 мм, мелкий – 1,25; 1; 0,75; 0,5 мм (табл. П4.1). Крупный шаг в условном обозначении резьбы не указывается, равно как и правое направление ее витков.

Трубная резьба, выполняемая по ГОСТ 6357–81 «Резьба трубная цилиндрическая», применяется для соединения труб посредством фитингов, а также для непосредственного присоединения трубопроводов к различным устройствам. При этом в соединениях трубных резьб, для заполнения зазоров между витками и обеспечения необходимой герметичности, используют уплотняющий материал – пеньку (льняные волокна) с натуральной маслянистой пропиткой, например, суриком или олифой, асбестовый шнур, фторопластовую пленку и т. п. Трубную резьбу применяют также в соединениях с наружной конической резьбой, выполняемой по ГОСТ 6211–81 «Резьба трубная коническая». При этом цилиндрическую трубную резьбу выполняют внутренней, то есть в отверстии. Отличительной особенностью трубной резьбы является треугольный профиль с углом при вершине (впадине) 55° и со скругленными вершинами и впадинами (рис. П4.2).

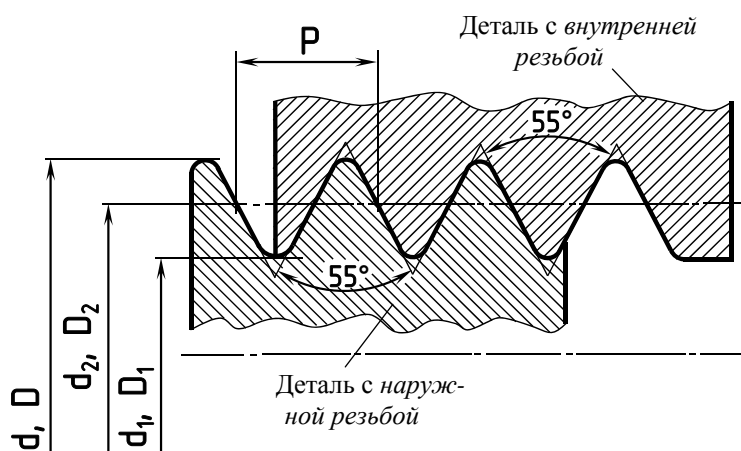


Рис. П4.2. Основной профиль *трубной* резьбы: d и D – номинальные *наружные* диаметры, соответственно, наружной и внутренней резьбы; d_1 и D_1 – номинальные *внутренние* диаметры этих резьб; d_2 и D_2 – их средние диаметры; P – шаг резьбы

Как правило, крепежные резьбы выполняют на цилиндрических стержнях и в цилиндрических отверстиях. В некоторых случаях, например, для создания герметичных соединений без использования уплотняющих материалов, резьбу выполняют на стандартных конических стержнях и в таких же отверстиях с конусность 1:16 (угол при вершине конуса равен $3^\circ 34' 48''$) согласно указанному выше ГОСТ 6211–81 «Резьба трубная коническая», или ГОСТ 6111–52 «Резьба коническая дюймовая с углом профиля 60° », или ГОСТ 25229–82 «Резьба коническая метрическая».

К основным видам *ходовой* резьбы относятся стандартные *трапецидальная* и *упорная* резьбы и нестандартная *прямоугольная*.

Резьба с профилем в виде равнобокой трапеции с углом 30° между боковыми сторонами, выполняемая согласно ГОСТ 24738–81 «Резьба *трапецидальная* однозаходная. Диаметры и шаги», относится к *ходовым* (подвижным) резьбам и предназначена для линейного перемещения деталей в процессе преобразования вращения детали типа «Вал» в поступательное перемещение посаженной на него гайки, например, в станках. Такие детали, называемые *ходовыми* винтами, могут иметь диаметр от 8 до 640 мм.

Трапецидальная резьба может быть *однозаходной*, согласно указанному стандарту, и *многозаходной** (ГОСТ 24739–81 «Резьба трапецидальная многозаходная»). ГОСТ 9484–81 «Резьба трапецидальная. Профили» устанавливает профиль трапецидальных резьб (рис. П4.3, а).

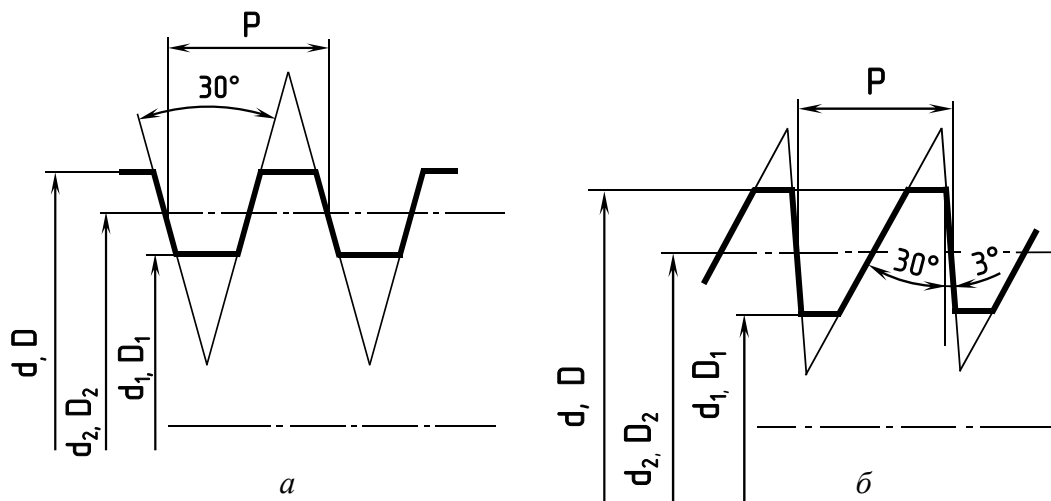


Рис. П4.3. Основной профиль *трапецидальной* (а) и *упорной* (б) резьб: d и D – номинальные *наружные* диаметры, соответственно, наружной и внутренней резьбы; d_1 и D_1 – номинальные *внутренние* диаметры этих резьб; d_2 и D_2 – их *средние* диаметры; P – шаг резьбы

Ходовую резьбу с профилем в виде неравнобокой трапеции с углом рабочей стороны 3° и нерабочей – 30° , называют *упорной*. Она, как и трапецидальная, может быть однозаходной и многозаходной. Ее выполняют на поверхностях диаметром от 10 до 600 мм (ГОСТ 10177–82 «Резьба упорная. Профили и основные размеры», рис. П4.3, б), для передачи больших усилий, действующих в одном направлении: в домкратах, прессах и т. п.

Прямоугольная ходовая резьба имеет прямоугольный (или квадратный, рис. 2.9 и 2.10) нестандартный профиль, поэтому все ее размеры указываются на чертеже (она не имеет условного обозначения). Применяется для передачи движения в тяжело нагруженных резьбовых соединениях. Обычно выполняется на грузовых и ходовых винтах.

* Образование многозаходной резьбы можно представить, как винтовое движение по поверхности цилиндра ни одного, а нескольких трапецидальных профилей. В результате угол подъема такой винтовой поверхности возрастает в несколько раз, превышая угол трения поверхностей контактирующих деталей в таком резьбовом соединении. Благодаря этому эффект самоторможения в винтовой паре, при котором было невозможно преобразование поступательного движения во вращательное, исчезает. Винтовая пара приобретает свойство преобразовывать поступательное движение гайки во вращение винта, что применяется, например, в некоторых дрелях и шурупвертах.

ГОСТ 8724–2002 «Резьба метрическая. Диаметры и шаги»

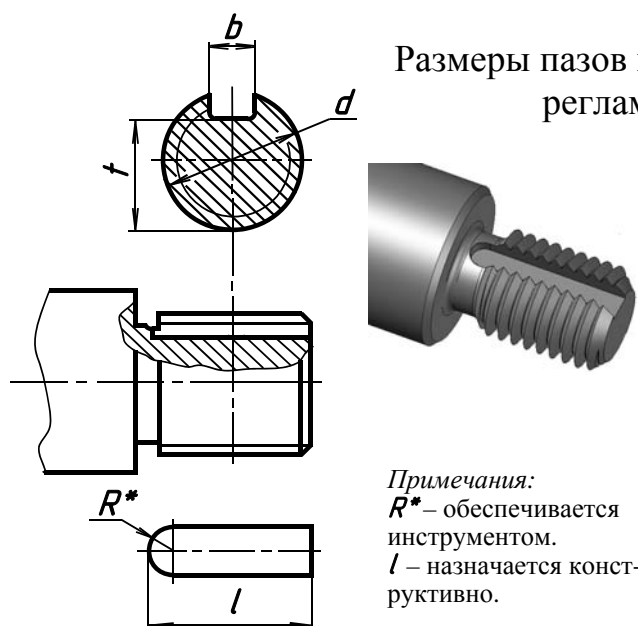
Номинальный диаметр резьбы, d			Крупный шаг, P	Мелкие шаги, P						
1-й ряд	2й ряд	3-й ряд		3	2	1,5	1,25	1	0,75	0,5
4			0,7							0,5
	4,5		0,75							0,5
5			0,8							0,5
		5,5								0,5
6			1							0,5
	7		1						0,75	0,5
8			1,25					1	0,75	0,5
		9	1,25					1	0,75	0,5
10			1,5				1,25	1	0,75	0,5
		11						1	0,75	0,5
12			1,75			1,5	1,25	1	0,75	0,5
	14		2			1,5	1,25	1	0,75	0,5
		15				1,5		1		
16			2			1,5		1	0,75	0,5
		17				1,5		1		
	18		2,5		2	1,5		1	0,75	0,5
20			2,5		2	1,5		1	0,75	0,5
	22		2,5		2	1,5		1	0,75	0,5
24			3		2	1,5		1	0,75	
		25			2	1,5		1		
		26				1,5				
	27		3		2	1,5		1	0,75	
		28	3		2	1,5		1		
30			3,5	(3)	2	1,5		1	0,75	
		32			2	1,5				
	33		3,5	(3)	2	1,5		1	0,75	
		35				1,5				
36			4	3	2	1,5		1		

Примечания:

1. При выборе диаметров резьбы следует предпочитать **первый ряд** второму, а второй – третьему.
2. Шаги, указанные в скобках не рекомендуется по возможности не применять.

Таблица П4.2

Размеры пазов под стопорные многолапчатые шайбы, регламентируемые ГОСТ 11872–89



Примечания:
 R^* – обеспечивается инструментом.
 l – назначается конструктивно.

Для резьбы с наружным диаметром, d	b	t
10		8
12	4,3	10
14		12
16		14
18		16
20		18
22	5,3	20
24		22
27		25
30		28
33	6,3	31
36		34

Таблица П4.3
ГОСТ 6357–81 «Резьба
трубная
цилиндрическая»

Обозначение размера резьбы	
1-й ряд	2-й ряд
1/16	-
1/8	
1/4	-
3/8	
1/2	
3/4	5/8
	7/8
1	1 1/8
1 1/4	
1 1/2	1 3/8
	1 3/4
2	2 1/4
2 1/2	
3	2 3/4
	3 1/4

Таблица П4.4
ГОСТ 6211–81 «Резьба
трубная коническая»

Обозначение размера резьбы	Длина резьбы	
	Рабочая, l_1	Наружной от торца до основной плоскости, l_2
1/16	6,5	4,0
1/8		
1/4	9,7	6,0
3/8	10,1	6,4
1/2	13,2	8,2
3/4	14,5	9,5
	16,8	10,4
1	19,1	12,7
1 1/4		
1 1/2	23,4	15,9
	26,7	17,5
2	23,4	15,9
2 1/2	26,7	17,5
3	29,8	20,6

Таблица П4.5
ГОСТ 6111–52 «Резьба
коническая дюймовая
с углом профиля 60°»

Обозначение размера резьбы	Длина резьбы	
	Рабочая l_1	От торца трубы до основной плоскости, l_2
1/16	6,5	4,064
1/8	7,0	4,572
1/4	9,5	5,080
3/8	10,5	6,096
1/2	13,5	8,128
3/4	14,0	8,611
1	17,5	10,160
1 1/4	18	10,668
1 1/2	18,5	
2	19,0	11,074

Таблица П4.6
ГОСТ 25229–82 «Резьба метрическая коническая»

Номинальный диаметр резьбы, d		Шаг резьбы, P	Длина резьбы		
1-й ряд	2-й ряд		Рабочая длина резьбы, l	Длина наружной резьбы от торца до основной плоскости, l_1	Длина внутренней резьбы от торца до основной плоскости, l_2
6		1	8	2,5	3
8					
10					
12	14	1,5	11	3,5	4
16					
20					
24					
27					
30	33	2	16	5	6
36					
42					

Примечание: При выборе размеров первый ряд следует предпочитать второму.

Таблица П4.7

ГОСТ 24738–81 «Резьба трапецеидальная однозаходная. Диаметры и шаги»

Номинальный диаметр резьбы, d		Шаг резьбы, P									
		1,5	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-й ряд	2-й ряд										
10	-	1,5	2	-	-	-	-	-	-	-	-
-	11	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-
-	14	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
-	18	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
20	-	-	2	-	4	-	-	-	-	-	-
-	22	-	2*	3	-	5	-	-	8	-	-
24	-	-	2*	3	-	5	-	-	8	-	-
-	26	-	2*	3	-	5	-	-	8	-	-
28	-	-	2*	3	-	5	-	-	8	-	-
-	30	-	-	3	-	-	6	-	-	-	10
32	-	-	-	3	-	-	6	-	-	-	10
-	34	-	-	3	-	-	6	-	-	-	10
36	-	-	-	3	-	-	6	-	-	-	10
-	38	-	-	3	-	-	6*	7	-	-	10
40	-	-	-	3	-	-	6*	7	-	-	10

Примечания:

1. При выборе диаметров резьбы **первый ряд** следует предпочитать второму.
2. **Выделенные шаги** следует предпочитать при разработке новых конструкций.
3. Шаги, помеченные знаком *, не следует применять при разработке новых конструкций.

Таблица П4.8

ГОСТ 24739–81 «Резьба трапецеидальная многозаходная»

Номинальный диаметр резьбы, d		Шаг резьбы, P	Количество заходов резьбы, n				
			2	3	4	6	8
1-й ряд	2-й ряд	Ход резьбы, P_h					
10		2	4	6*	8*	12*	16*
12		3	6*	9*	12*	18*	-
16		4	8*	12*	16*	24*	-
20		2	4	6	8	12*	16*
		4	8	12*	16*	24*	32*
24		5	10	15*	20*	30*	-
		8	16*	24*	32*	-	-
	28	5	10	15*	20*	30*	40*
		8	16*	24*	32*	-	-
32		6	12	18	24*	36*	48*
		10	20*	30*	40*	-	-
	36	6	12	18	24*	36*	48*
40		7	14	21*	28*	42*	56*
		8	16	24	32*	48*	64*

Примечания:

1. При выборе диаметров резьбы **первый ряд** следует предпочитать второму.
2. **Выделенные шаги** являются предпочтительными.
3. Резьба, у которой значение хода помечено знаком *, имеет угол подъема более 10°.
4. Резьбу, у которой не указано числовое значение хода P_h , применять не допускается; угол подъема этой резьбы превышает 30°.

ГОСТ 10177–82 «Резьба упорная. Профили и основные размеры»

Номинальный диаметр резьбы, d		Шаг, P												
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18
1-й ряд	2-й ряд													
10	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	14	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	2	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	18	2	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	2	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	22	2*	3	-	5	-	-	8	-	-	-	-	-	-
24	-	2*	3	-	5	-	-	8	-	-	-	-	-	-
-	26	2*	3	-	5	-	-	8	-	-	-	-	-	-
28	-	2*	3	-	5	-	-	8	-	-	-	-	-	-
-	30	-	3	-	-	6	-	-	-	10	-	-	-	-
32	-	-	3	-	-	6	-	-	-	10	-	-	-	-
-	34	-	3	-	-	6	-	-	-	10	-	-	-	-
36	-	-	3	-	-	6	-	-	-	10	-	-	-	-
-	38	-	3	-	-	6*	7	-	-	10	-	-	-	-
40	-	-	3	-	-	6*	7	-	-	10	-	-	-	-
-	42	-	3	-	-	6*	7	-	-	10	-	-	-	-
44	-	-	3	-	-	-	7	8*	-	-	12	-	-	-
-	46	-	3	-	-	-	-	8	-	-	12	-	-	-
48	-	-	3	-	-	-	-	8	-	-	12	-	-	-
8	-	-	3	-	-	-	-	8	-	-	12	-	-	-
52	-	-	3	-	-	-	-	8	-	-	12	-	-	-
-	55	-	3	-	-	-	-	8*	9	-	12*	14	-	-
60	-	-	3	-	-	-	-	8*	9	-	12*	14	-	-
-	65	-	-	4	-	-	-	-	-	10	-	-	16	-
70	-	-	-	4	-	-	-	-	-	10	-	-	16	-
-	75	-	-	4	-	-	-	-	-	10	-	-	16	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	16	-
-	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	18
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	18
-	95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	18
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-
-	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	16*	-
-	130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	16*	-
140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	16*	-
-	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-
160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-
-	170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-

Примечания:

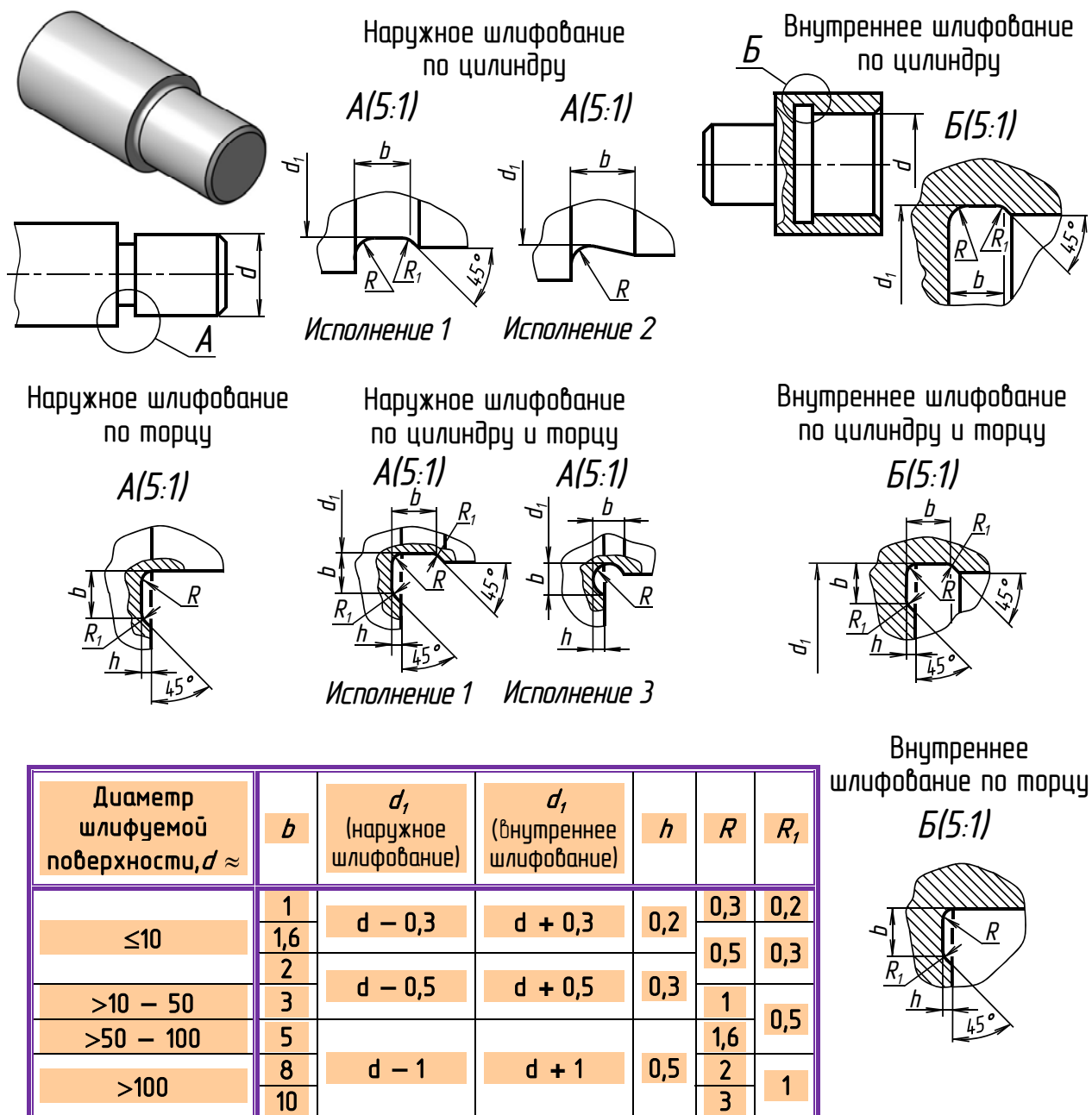
1. При выборе диаметров резьбы следует предпочитать **первый ряд** второму.
2. **Выделенные шаги** следует* предпочитать при разработке новых конструкций.
3. Шаги, помеченные знаком *, не следует применять при разработке новых конструкций.

СТАНДАРТНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ВАЛОВ

Таблица П5.1

ГОСТ 8820–69 «Канавки для выхода шлифовального круга при круглом шлифовании»

1. При шлифовке на одной детали нескольких различных диаметров рекомендуется применять канавки одного размера.
2. При ширине канавки $b \leq 2$ мм допускается применять закругления с обеих сторон, равные R .



ГОСТ 10549–80 «Выход резьбы. Сбеги, недорезы, проточки и фаски»

Стандарт распространяется на метрическую, трубную цилиндрическую, трубную коническую и коническую дюймовую с углом профиля 60° и трапецидальную резьбы

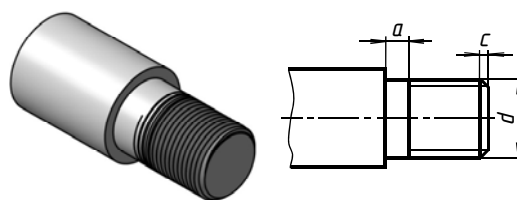
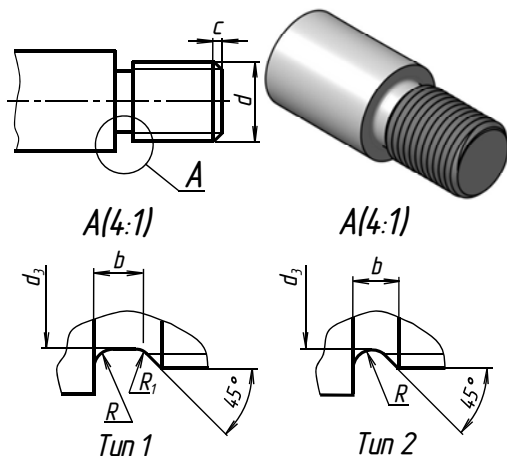


Таблица П5.2



Шаг резьбы, P	Проточка нормальная для <u>наружной</u> метрической резьбы					Фаска, c	Недорез, a	
	Tun 1			Tun 2				
	b	R	R ₁	b	R			d ₃
0,5	1,6	0,5	0,3			0,5	1,6	
0,6								d - 0,8
0,7								d - 0,9
0,75	2,0						2,0	
0,8								d - 1,0
1,0	3,0	1,0	0,5			1,0	3,0	
1,25								d - 1,2
1,5								d - 1,5
1,75	4,0					1,6	4,0	
2,0								d - 1,8
2,5	5,0	1,6	1,0			2,0	5,0	
3,0								d - 2,2
	6,0					2,5	6,0	
								d - 2,5
	6,0					2,5	6,0	
								d - 3,0
	6,0					2,5	6,0	
								d - 3,5
	6,0					2,5	6,0	
								d - 4,5

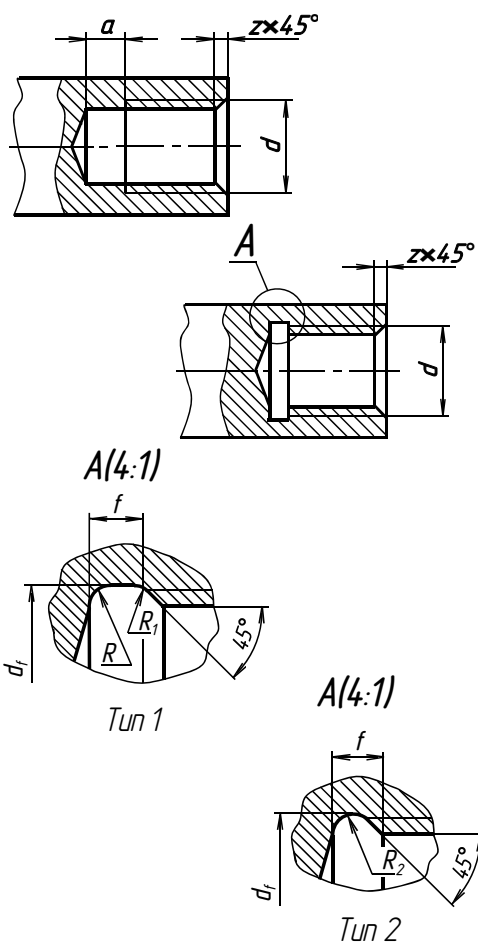


Таблица П5.3

Шаг резьбы, P	Проточка нормальная для <u>внутренней</u> метрической резьбы					Фаска, z	Недорез, a
	Tun 1			Tun 2			
	f	R	R ₁	f	R ₂		
2,0*	2,0*	0,5	0,3			0,5	3,5
0,6	-	-	-				
0,7	-	-	-			1,0	4,0
0,75	3,0*	1,0	0,5				
0,8	-	-	-			1,6	5,0
1,0	4,0	1,0	0,5				
1,25	5,0	1,6		3,6	2,0	2,0	5,0
1,5	6,0			4,5	2,5		
1,75	7,0	2,0	1,0	5,4	3,0	2,0	5,0
2,0	8,0			6,2			
2,5	10,0	3,0		6,5	4,0	2,5	6,0
3,0	11,4			8,9			

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.	3
1. Общие сведения о деталях типа «Вал».	4
2. Правила выполнения чертежей валов.	14
3. Задания для индивидуальных графических работ.	30
Список рекомендуемой литературы.	60
ПРИЛОЖЕНИЯ.	61
Приложение 1. Перечень технических нормативных правовых актов.	61
Приложение 2. Обусловленность правил нанесения размеров технологией изготовления вала.	63
Приложение 3. Стандартные конструктивные элементы валов.	69
Приложение 4. Резьбы и резьбовые соединения.	73
Приложение 5. Стандартные технологические элементы валов.	80

Учебное издание

ЗЕЛЁНЫЙ Пётр Васильевич
СОЛОНКО София Васильевна

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебно-методическое пособие
по машиностроительному черчению

В 2 частях

Часть 1

ЧЕРТЕЖИ ВАЛОВ

Редактор *О. В. Ткачук*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 25.11.2015. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 9,53. Уч.-изд. л. 3,72 . Тираж 300. Заказ 467.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.