

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Гусеничные машины и прикладная механика»
Секция «Детали машин и прикладная механика»

ИЗУЧЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Методические указания
к проведению лабораторной работы по деталям машин
для студентов направлений:
190109.65, 190110.65, 150700.62, 151900.62,
190600.62, 190700.62, 221700.62, 050100.62

Кафедра: «Гусеничные машины и прикладная механика»

Дисциплины: «Детали машин и основы конструирования»,
«Детали машин», «Основы конструирования»,
«Основы проектирования», «Прикладная механика»

(направления: 190109.65; 190110.65; 150700.62; 150700.62; 151900.62;
190600.62; 190600.62; 190700.62; 190700.62; 221700.62; 050100.62)

Составила: канд. техн. наук, доцент Л.Н. Тютрина

Утверждены на заседании кафедры «11» сентября 2013 г.

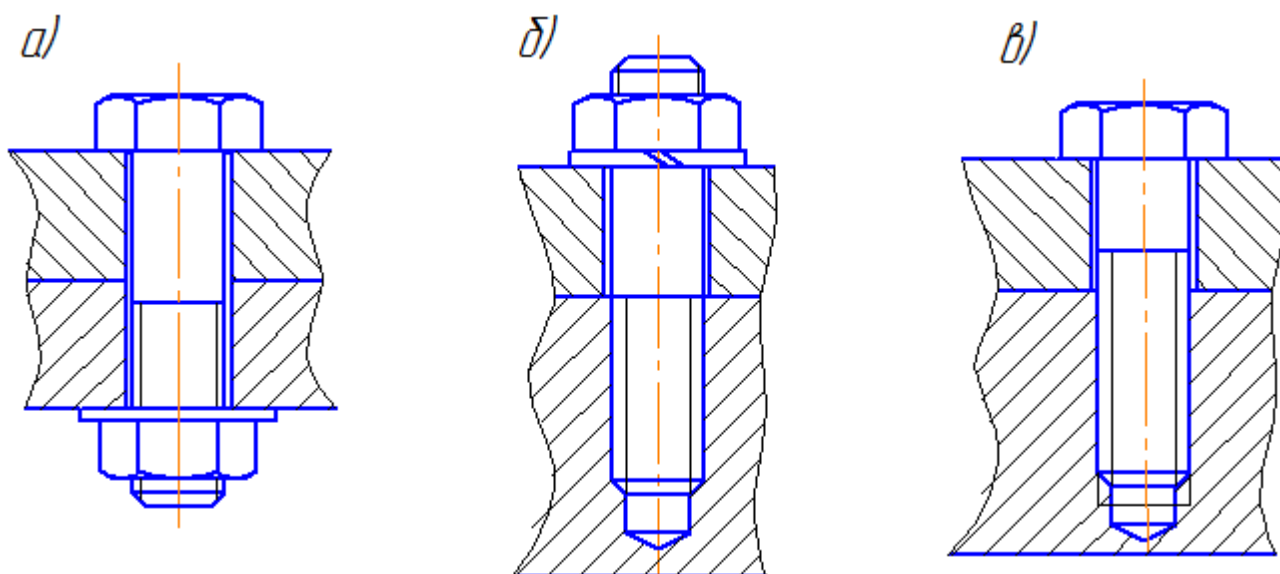
Рекомендованы методическим советом университета «7» октября 2013 г.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что все соединения деталей в машинах могут быть неразъемными (сварные, заклепочные и др.) или разъемными (резьбовые, шпоночные, шлицевые и др.). Неразъемные соединения в процессе эксплуатации машин никогда не разбираются. Настоящая лабораторная работа посвящена изучению наиболее распространенного разъемного соединения – резьбового. В общем виде *резьбовыми соединениями* называют соединения с помощью резьбовых крепежных деталей – винтов, болтов, шпилек, гаек или резьбы, нанесенной непосредственно на соединяемые детали.

1 ВИДЫ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

В машиностроительных конструкциях наиболее часто встречаются три вида резьбовых соединений: болтовое, шпилечное и винтовое (рисунок 1). *Болтовое соединение* включает в себя болт с головкой, гайку и, как правило, шайбу или какой-либо гаечный замок. Болтами обычно скрепляются детали относительно небольшой толщины; их применяют также для скрепления деталей из материалов, не обеспечивающих требуемую надежность резьбы. Если болт нельзя пропустить насквозь через обе детали (ввиду большой их толщины), то применяется *шпилечное соединение* этих деталей. Кроме того, такое соединение используется и в тех случаях, когда материал скрепляемой детали с нарезанным отверстием не обеспечивает требуемой долговечности резьбы при частых разборках и сборках.



а) болтовое соединение; б) шпилечное соединение;
в) винтовое соединение

Рисунок 1 – Основные типы резьбовых соединений

Крепежными деталями шпилечных соединений являются шпилька (стержень с резьбой на обоих концах), гайка и гаечный замок. В некоторых конструкциях применяют так называемые *винтовые соединения*. В таком виде соединений винт вворачивается, так же как и в шпилечных соединениях, в одну из деталей. Здесь в качестве крепежных деталей используется только один винт. Винтовые соединения применяют там, где одна из скрепляемых деталей относительно большой толщины; там, где отсутствует место для расположения гаек; когда установлены жесткие требования по уменьшению массы данного соединения; когда придается значение дизайну изделия.

2 ТИПЫ РЕЗЬБ

Резьбы по назначению разделяются на следующие группы:

1 *Крепежные резьбы*, предназначенные для скрепления деталей. Их выполняют, как правило, треугольного профиля. Это в основном метрические и в обоснованных случаях дюймовые и круглые резьбы (рисунок 2 а, б, в).

2 *Крепежно-уплотняющие резьбы*, служащие как для скрепления деталей, так и для предохранения от вытекания жидкости (соединение трубопроводов). Резьбы также выполняются треугольного профиля, но без радиальных зазоров во избежание вытекания жидкости. Профиль витка резьбы выполняют с плавными закруглениями. Примером таких резьб является трубная резьба (рисунок 2 г). К этой группе резьб следует также отнести и конические резьбы, используемые на трубах, пробках, масленках и т.п. (рисунок 2 д).

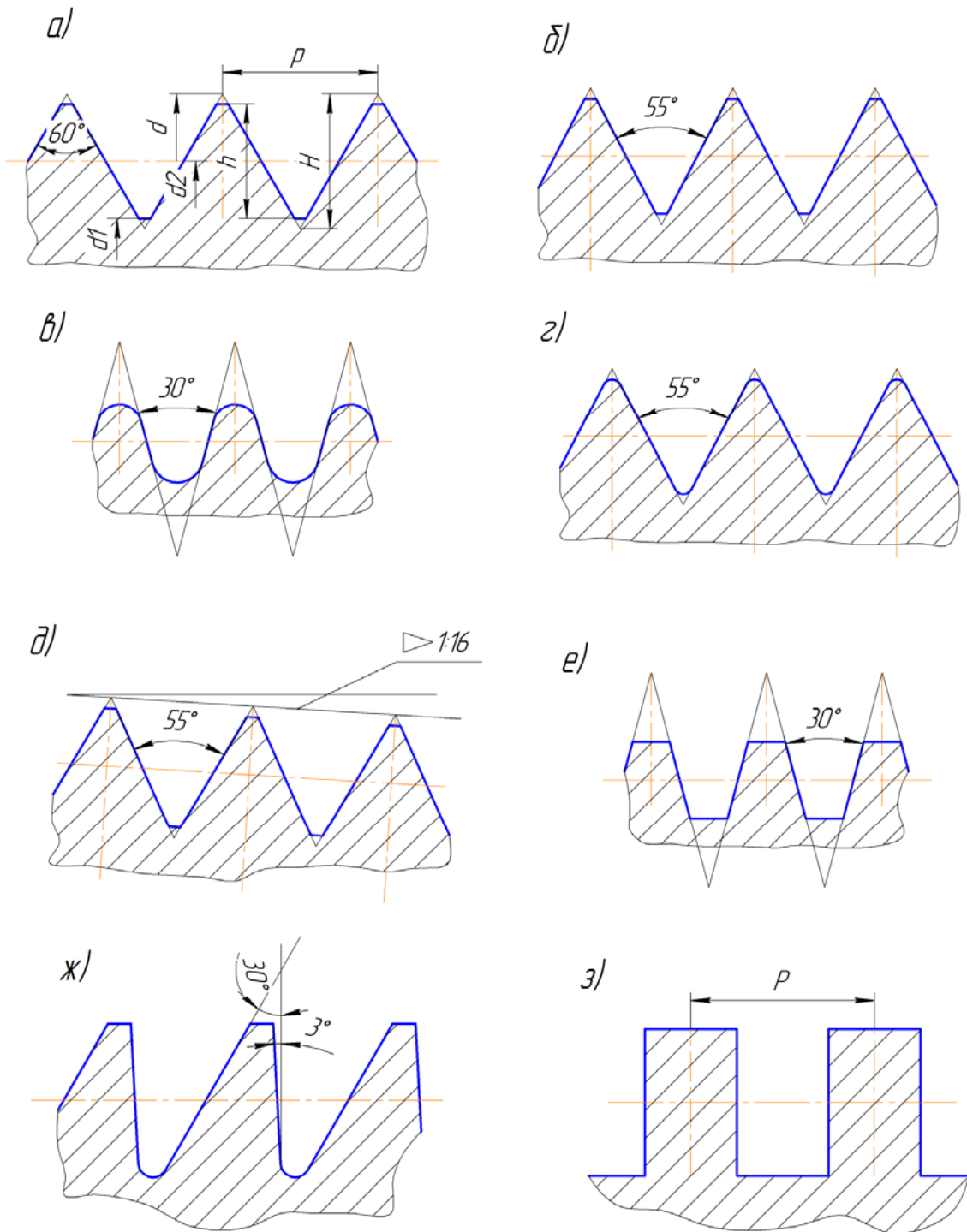
3 *Резьбы для передачи движения* наносятся на ходовых и грузовых винтах. Эти резьбы для уменьшения трения выполняют трапецеидальными с симметричным профилем (рисунок 2 е) и несимметричным профилем (упорные, рисунок 2 ж), а иногда и с прямоугольным профилем (рисунок 2 з). Упорные резьбы, как правило, предназначены для восприятия больших осевых сил, действующих в одном направлении.

Необходимо иметь ввиду, что приведенное деление резьб по назначению не является строгим: резьбы треугольного профиля иногда используются для особо точных ходовых винтов с малым шагом, а упорные резьбы – в качестве крепежных.

Основные параметры резьб показаны на примере метрической резьбы. Каждая резьба имеет три диаметра: d – наружный; d_1 – внутренний; d_2 – средний; P – шаг резьбы; H – высоту теоретического профиля; h – рабочую высоту профиля; α – угол профиля (он равен 60° , 55° и т.д.), угол наклона профиля (для симметричных профилей этот угол равен $\alpha/2$).

3 КОНСТРУКЦИЯ БОЛТОВ, ГАЕК, ШАЙБ И ГАЕЧНЫХ ЗАМКОВ

Болты, гайки, шайбы и гаечные замки можно подразделить на детали резьбовых соединений *общего назначения*, широко распространенных в различных конструкциях, и *специального назначения*, имеющих ограниченное применение.



а) метрическая; б) дюймовая; в) круглая; г) коническая; е) трапецидальная с симметричным профилем; ж) трапецидальная с несимметричным профилем; з) прямоугольная
Рисунок 2 – Типы резьб

В данной лабораторной работе рассматриваются главным образом крепежные детали общего назначения и приводятся некоторые сведения о специальных крепежных изделиях.

3.1 Конструкции болтов

Болты общего назначения могут отличаться друг от друга или формой головки, или формой стержня (рисунок 3).

По форме головки эти болты различаются: с шестигранной головкой (рисунок 3а), с шестигранной головкой с отверстиями в ней для проволоки с целью стопорения (рисунок 3б), с квадратной головкой (рисунок 3в), с круглой головкой, имеющей на поверхности шлицы треугольного профиля (рисунок 3г), с головкой, имеющей углубление шестигранной формы для специального ключа (рисунок 3д), с головкой, имеющей только две грани, закладываемой в пазы (рисунок 3е). Наряду с головками, предназначенными для работы с обыкновенными рожковыми или торцовыми ключами, существуют головки болтов, для заворачивания или отворачивания которых используются отвертки. Эти головки приведены на рисунках 3ж, з, и, к, л. Болты, имеющие головку под отвертку, применяют, как правило, для малых сил затяжки. Они имеют небольшие размеры. Головки с крестообразным шлицом под соответствующую отвертку являются современными и более совершенными. Болты с коническими головками (рисунки 3и, к, л) используются как «потайные».

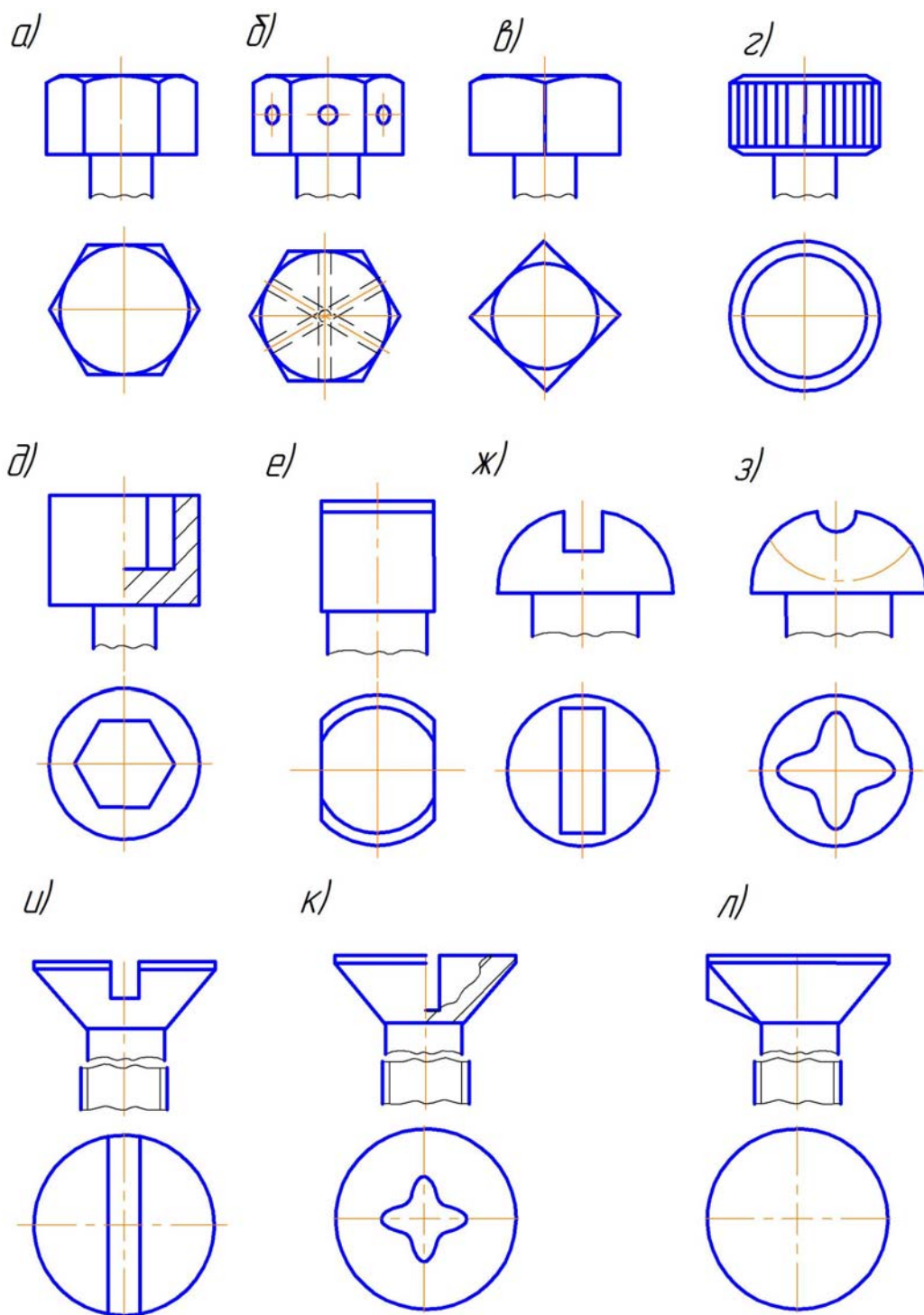
Как указывалось выше, кроме болтов общего назначения в практике используются и болты специального назначения. К ним следует отнести несколько их типов, в частности:

1 *Конусные* болты (рисунок 4а) для отверстий из-под развертки. Предназначены они для предотвращения бокового сдвига соединяемых деталей. Иногда такие болты называют *призонными*. Затягиваются в отверстие с помощью резьбы.

2 *Откидные* болты (рисунок 4б) представляют собой винты с головкой, допускающей поворот болта вокруг оси, перпендикулярной к оси винта. Они позволяют быстро зажимать и освобождать соединяемые детали, а поэтому их широко применяют в приспособлениях для закрепления деталей, обрабатываемых на станках. Соединяемые детали снабжают вместо отверстий прорезями. Это исключает необходимость снятия гаек, достаточно несколько отпустить гайки и откинуть винты.

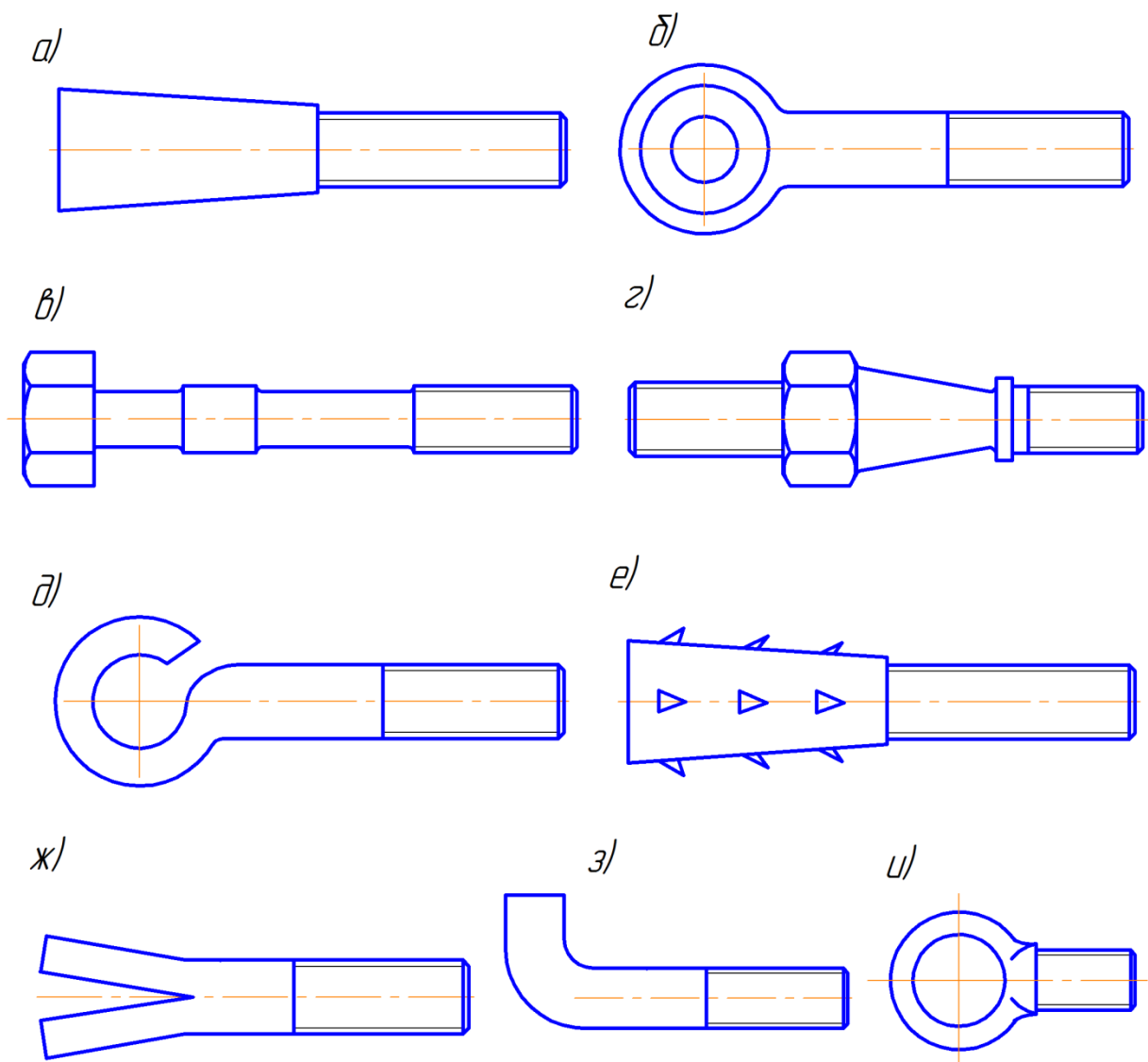
3 *Болты с переменным сечением* (рисунок 4в). У таких болтов диаметр стержня меньше или равен внутреннему диаметру резьбы и имеется плавный переход у головки и резьбы. Это уменьшает напряжения в головке и резьбе, и болты лучше воспринимают переменные и ударные нагрузки.

4 *Установочные болты* (рисунок 4г). В ряде случаев необходимо установить две детали на определенном расстоянии друг от друга. Здесь используются установочные болты или более простое устройство – распорные втулки.



а) с шестигранной головкой; б) стопорная; в) с квадратной головкой; г) с круглой головкой; д) под специальный ключ; е) с двумя гранями, ж), з), и), к), л) под отвертку.

Рисунок 3 – Головки крепежных винтов



а) конусный; б) откидной; в) с переменным сечением;
 г) установочный; д), е), ж,) з) фундаментные; и) грузовой
 Рисунок 4 – Типы специальных болтов

Фундаментные болты (рисунки 4 д, е, ж, з). Здесь представлены четыре вида таких болтов. Все они предназначены для соединения корпуса или рамы машины с фундаментом. Для выполнения болтами такой функции, они заливаются бетоном в фундамент. А для более надежного закрепления в фундаменте конец его выполняют в виде петли, в виде четырехгранной пирамиды с заусенцами раздваивают, отгибают. После затвердевания бетона рама своими отверстиями одевается на такие болты и закрепляется гайками.

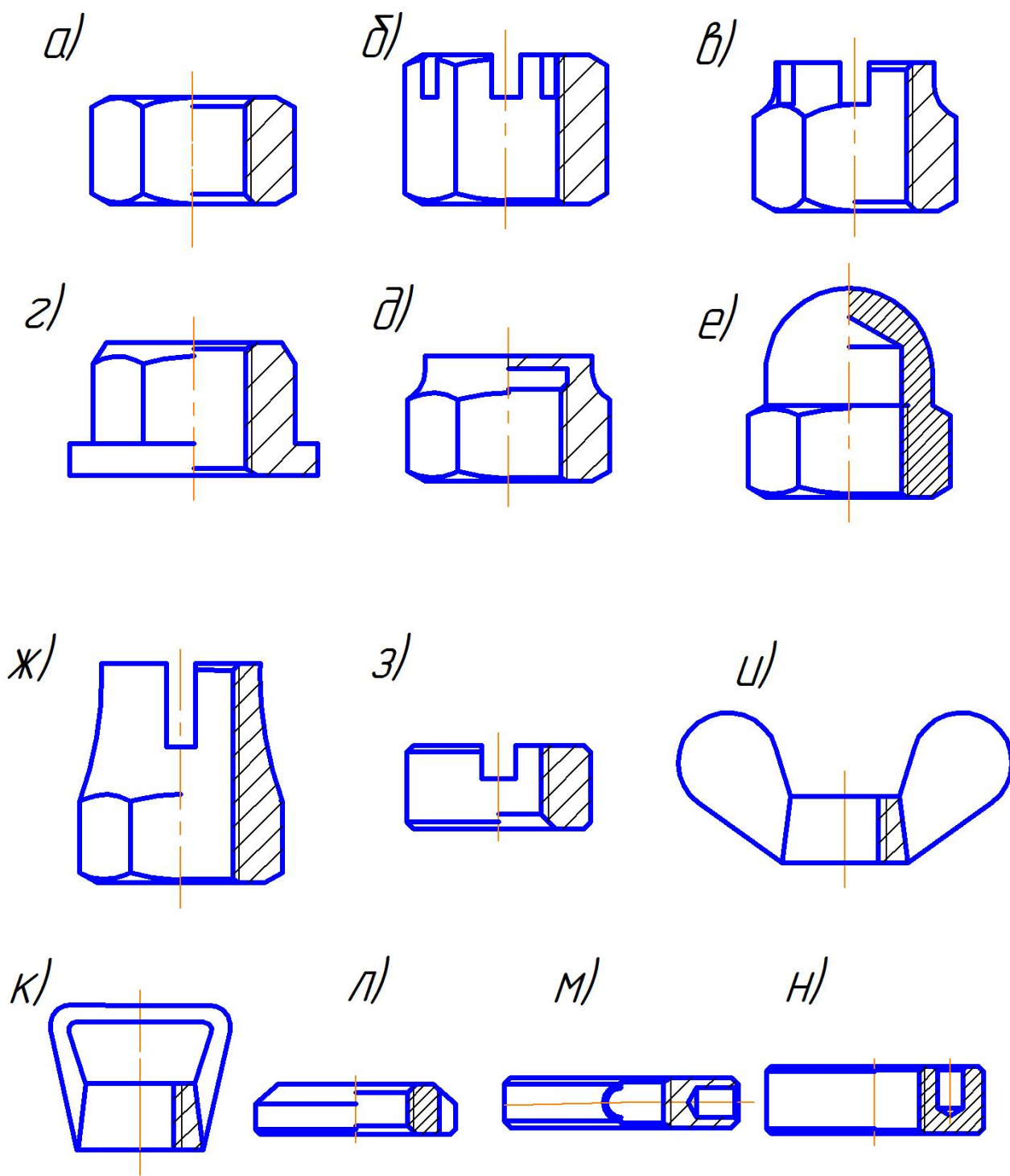
Грузовой болт (рым-болт) (рисунок 4 и). Такие болты предназначены для поднятия тяжелых деталей и узлов машины. Они ввертываются в тело детали, узла или машины. Для удобства закрепления каната головка болта выполняется в виде кольца.

3.2 Конструкции гаек

Основным типом гаек так же, как головок винтов, являются шестигранные гайки (рисунок 5 а). В зависимости от высоты такие гайки бывают *нормальные*, *высокие* и *низкие*. Наиболее широкое распространение получили гайки нормальной высоты ($H = 0,8d$, d – диаметр болта). При частом завинчивании и отвинчивании и больших силах затяжки применяют высокие ($H = 1,2d$) и особо высокие гайки ($H = 1,6d$). При небольших силах затяжки и там, где необходимо снизить вес конструкции могут быть использованы низкие гайки ($H = 0,5d$). Фаски, выполненные на перечисленных гайках, могут иметь место или с одной, или с двух сторон.

В ряде случаев гайки расположены в местах, недоступных для их визуального осмотра, а некоторые гайки использованы в соединениях, подверженных вибрационным или ударным нагрузкам. Эти гайки должны обязательно *стопориться*. Стопорение резьбовых соединений – это обеспечение предотвращения самоотвинчивания гаек. Оно осуществляется различными дополнительными деталями: шплинтами, шайбами, гаечными замками. В указанных условиях, как правило, применяются или *прорезные* (рисунок 5 б) или *корончатые* (рисунок 5 в) гайки. Стопорятся такие гайки с помощью *шплинта*, который вставляется одновременно в прорезь на гайке и отверстие, выполненное в винте. Концы шплинта разгибаются в противоположные стороны и таким образом предотвращается его выпадение. Гайка же прочно удерживается в нужном положении.

Гайка с буртиком (рисунок 5 г) исключает необходимость применения в данном соединении шайб, а *герметизированная* гайка (рисунок 5 д) предотвращает вытекание жидкости. Аналогичную роль может играть и *колпачковая* гайка (рисунок 5 е), однако в большинстве случаев она применяется как декоративная. Для предотвращения самоотворачивания гаек предназначены различные виды шайб и гаечных замков (этот вопрос будет рассмотрен ниже), однако *самоконтрящиеся* гайки (рисунок 5 ж) исключают такую необходимость. Самоотвинчивание гайки не наступает в результате обжатия верхней ее части. Существуют так называемые *круглые гайки со шлицами на торце* (рисунок 5 з). Используются такие гайки в отверстиях, когда применение торцевых ключей и тем более рожковых невозможно. Гайки, показанные на рисунке 5и, к называются *барашковыми*: гайка «и» – открытый барашек, гайка «к» – закрытый барашек. Такая конструкция гаек обуславливается тем, что соединение, где они применены, подлежит частой разборке и сборке. Причем сила затяжки в этих случаях невелика, и можно обойтись без ключа. В условиях относительно малых нагрузок (преимущественно для валов) применяют *круглые* гайки со шлицами (рисунок 5 л) или с отверстиями (рисунок 5 м, н). Для заворачивания или отворачивания их применяют специальные так называемые *накидные* ключи.



a) шестигранная; *б)* прорезная; *в)* корончатая; *г)* с буртиком;
д) герметизированная; *е)* колпачковая; *ж)* самоконтрящаяся;
з) круглая со шлицами на торце; *и)* барашковая (открытый барашек);
к) барашковая (закрытый барашек); *л)* круглая со шлицами;
м), н) круглая с отверстиями.

Рисунок 5 – Типы гаек

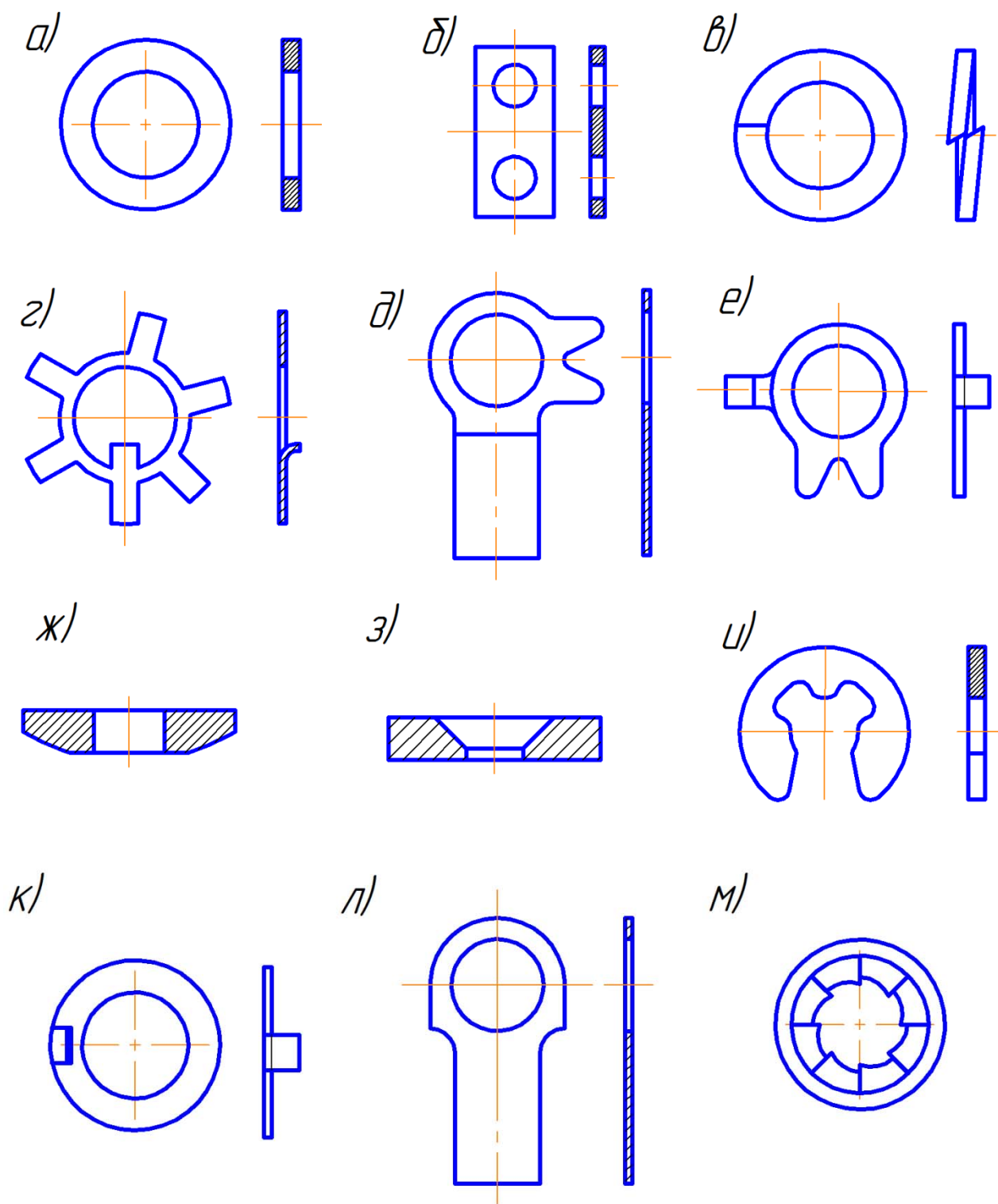
3.3 Конструкции шайб

Шайбы подкладываются под гайки и служат для предохранения скрепляемых деталей от задиоров при заворачивании гайки, увеличения опорной поверхности последней и, в большинстве случаев, для стопорения гаек. Практика эксплуатации машин показала, что при переменных и вибрационных нагрузках происходит самоотвинчивание гаек и винтов, что приводит к поломкам машин. В связи с этим каждая гайка должна быть застопорена. Основные типы шайб приведены на рисунке 6.

Каждая из приведенных на рисунке шайб имеет свое назначение и поэтому применяется в соответствующих местах и с соответствующими крепежными деталями. Так шайба, изображенная на рисунке 6 *а*, называется *обыкновенной* и применяется для предотвращения задиоров на поверхности деталей и увеличения опорной поверхности, уменьшая тем самым напряжение смятия детали. Шайба *концевая* (рисунок 6 *б*) используется для стопорения двух болтов, завернутых в торец вала. При этом края шайбы загибаются на грани головок болтов. Принцип подгибания части шайбы на гайку используется и при применении других шайб, в частности шайб *д*, *е*, *к*, *л* (рисунок 6). Другой край этих шайб или какой-либо элемент их загибается на корпус детали или утопляется в специальное отверстие.

Очень часто для стопорения гаек используют так называемые *пружинные* шайбы (рисунок 6 *в*). Выполненные из пружинящей стали, в свободном состоянии они выглядят так, как показана одна из них на рисунке. В рабочем состоянии шайба сжата гайкой. Стремясь занять первоначальное состояние, шайба отталкивает гайку и таким образом, прижимая витки гайки к виткам винта, предотвращает самоотвинчивание гайки. На рисунке 6 *г* показана стопорная *многолепчатая* шайба. Она используется в комплекте с круглой шлицевой гайкой. Стопорение гайки с помощью такой шайбы осуществляется лепестками: один из наружных лепестков загибается в шлиц (прорезь) гайки, а внутренний лепесток входит в шлицевой паз, выполненный на валу. *Сферическая* (рисунок 6 *ж*) и *коническая* (рисунок 6 *з*) шайбы используются в тех случаях, когда в процессе эксплуатации машины возможны угловые смещения болтов.

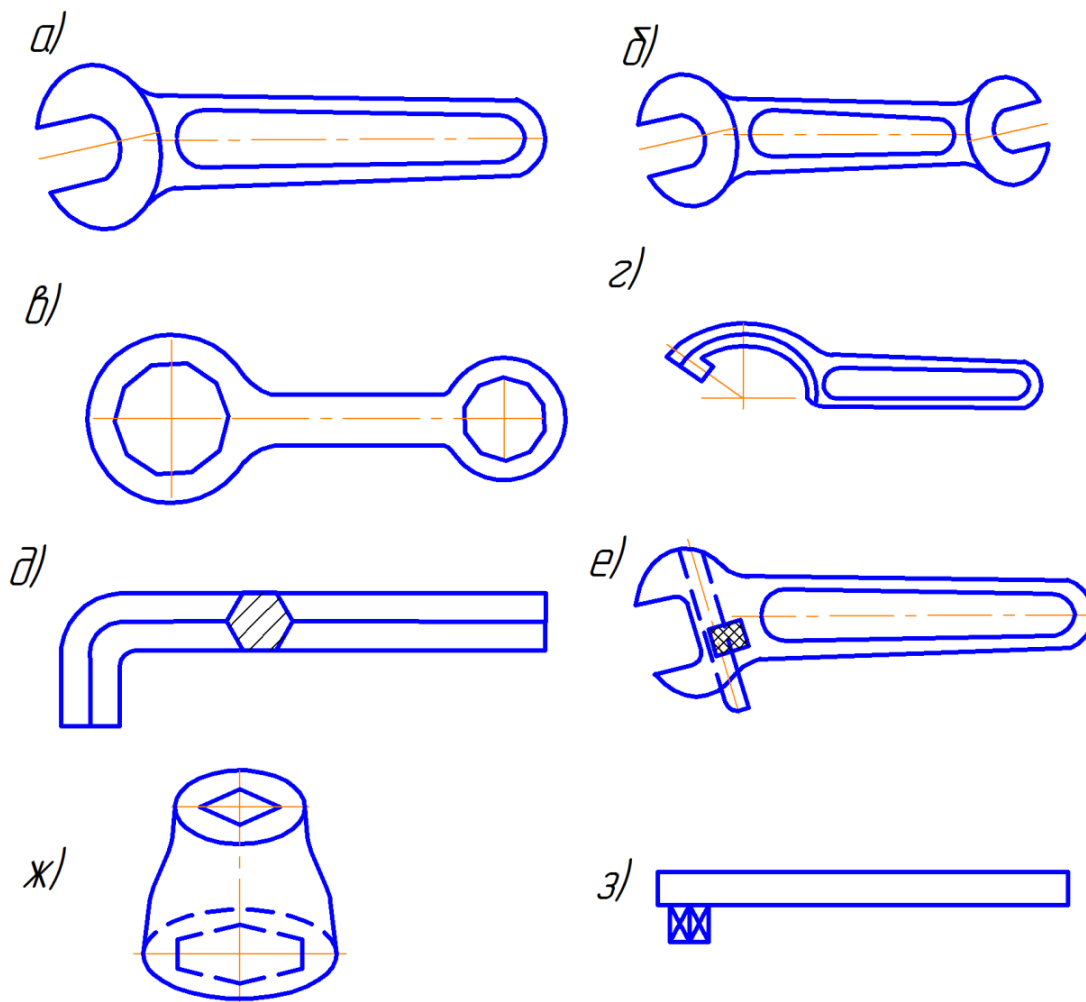
Для предотвращения осевого перемещения какой-либо детали по валу или оси на детали выполняются кольцевые выточки, в которые вставляются *упорные быстросъемные* шайбы (рисунок 6 *и*). Упираясь в них, насаженная на вал или ось деталь остается неподвижной. Что касается шайбы *стопорной с зубьями* (рисунок 6 *м*), то она работает по принципу пружинной шайбы.



a) обыкновенная; *б)* концевая; *в)* пружинная; *г)* многолапчатая;
д) стопорная уменьшенная с лапкой; *е)* стопорная уменьшенная с носком; *ж)*
 сферическая; *з)* коническая; *и)* упорная быстросъемная;
к), л) стопорные; *м)* стопорная с зубьями
 Рисунок 6 – Виды шайб и гаечных замков

4 ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЗАВИНЧИВАНИЯ ВИНТОВ И ГАЕК

Завинчивают и отвинчивают винты и гайки с помощью ключей или отверток. На рисунке 7 представлены только лишь ключи для шестигранных и круглых гаек и болтов. Используются отвертки двух типов: для винтов с одним пазом на головке и для крестообразных пазов. В остальном же отвертки отличаются только формой рукоятки и размерами.



а), б) рожковые; в) замкнутый; г) специальный;
д) с внутренним шестигранным отверстием; е) разводной;
ж), з) торцевые

Рисунок 7 – Виды ключей

Ключи (рисунки 7 а, б) называются *рожковыми* и предназначены для шестигранных гаек и винтов с шестигранными и квадратными головками. Первый ключ – обыкновенный, второй – двухсторонний. Последний предназначен для работы с гайками двух размеров. Также для шестигранных гаек предназначены так называемые *замкнутые* ключи с удвоенным числом граней (рисунок 7 в). Такие ключи позволяют заворачивать гайки при повороте их на уменьшенный угол. Существует *специальный* ключ для круглых

шлицевых гаек (рисунок 7 з). Выступ входит в шлиц гайки, которая при повороте ключа поворачивается. Как указывалось выше, существуют гайки с внутренним шестигранным отверстием. Отворачивание и заворачивание таких гаек осуществляется ключом (рисунок 7 д), представляющим собой *шестигранный стержень* с загнутым одним из концов. Универсальным, т.е. для многих размеров гаек, ключом является *разводной* ключ (рисунок 7 е). Однако следует заметить, что эти ключи не допускают больших моментов затяжки и менее долговечны, чем нераздвижные. При отсутствии свободного доступа к головкам и гайкам с боковых сторон применяют *торцовые* ключи (рисунок 7 ж). Сам ключ представляет собой цилиндр. На его верхнем основании выполнено квадратное отверстие, а на нижнем – шестигранное. В процессе заворачивания или отворачивания ключ одевается шестигранным отверстием на головку винта или гайку, а четырехгранный выступ ключа-стержня (рисунок 7 з) помещается в квадратное отверстие. При повороте ключа-стержня поворачивается и винт или гайка. Известно, что гайки могут иметь размеры, поэтому торцевые ключи, как правило, продаются набором. Аналогично существуют наборы для рожковых ключей и ключей для работы с круглыми гайками. Размер гайки, для которой предназначен раствор ключа, «выбит» на теле ключа.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1 Заготовить форму отчета, заполнить титульную страницу.

2 По моделям резьб и данным методическим указаниям (раздел 2) изучить все виды резьб. Для этого найти среди представленных моделей резьб все резьбы, и детали резьбовых соединений, изображенные на рисунке 2; выполнить в отчете эскизы двух профилей ниток резьбы в разрезе (профиль резьбы – по указанию преподавателя); проставить на эскизах углы профилей, шаг, диаметры, замерив их на моделях.

3 Выбрать из комплекта деталей резьбовых соединений две детали, различающиеся по наименованию и размерам (например, болт и шайбу). Инструментом (штангенциркулем, шагомером, линейкой) произвести необходимые замеры.

4 В отчете выполнить эскизы отобранных деталей и проставить размеры, (в том числе и шаг). Найти отобранные детали в таблицах справочной литературы [1], определить ГОСТ, написать полное обозначение детали согласно ГОСТ.

5 Для каждой детали подобрать по справочнику сопрягаемую деталь. Например, для болта – гайку или шайбу, для гайки – шпильку или болт и т.п.

6 Изучить конструкции специальных болтов и запомнить их назначение и название.

7 Изучить конструкции ключей для завинчивания винтов и гаек. Где может применяться тот или иной ключ?

При изучении всех деталей резьбовых соединений (болты, гайки, шайбы) стремиться запомнить, как они точно называются и где должны применяться.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя / В. И. Анурьев : в 3 т. Т. 1; под ред. И. Н. Жестковой. – 9-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2006. – 927 с .

Лариса Николаевна Тютрина

ИЗУЧЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Методические указания
к проведению лабораторной работы по деталям машин
для студентов направлений:
190109.65, 190110.65, 150700.62, 151900.62,
190600.62, 190700.62, 221700.62, 050100.62

Редактор Е.А. Могутова

Подписано к печати 11.12.13	Формат 60x84 1/16	Бумага тип № 1
Печать цифровая	Усл.печ.л. 1,0	Уч-изд.л 1,0
Заказ 216	Тираж 25	Не для продажи

РИЦ Курганского государственного университета
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25
Курганский государственный университет.