

Лет пятнадцать тому назад домашний мастер со стажем говаривал, что для нормального крепления шурупами какого-либо изделия необходимо иметь по три шурупа на одно место крепления. При этом предполагалась следующая технология крепления: в предварительно просверленное отверстие первый шуруп аккуратно закручивался наполовину, затем выкручивался и выбрасывался. Дело в том, что при приложении усилия на закручивание шлиц под «крестовую» отвертку быстро выходил из строя, и закрученный до конца шуруп можно было больше никогда не выкрутить. Второй шуруп заворачивался до конца, после чего выкручивался и выбрасывался. И лишь третий шуруп устанавливался окончательно. Практически первые два шурупа использовались как устройства для нарезания резьбы в основном материале, и лишь третий выполнял свою основную функцию.

Конечно такая технология это крайность, можно было установить шуруп и с одного раза (если повезет или не придется его больше выкручивать). Учитывая, что шурупы в подавляющем большинстве были без покрытий, через год-другой они покрывались слоем ржавчины, и удаление шурупа при «смазанном» шлице становилось действительно проблемой. Пробовали ли Вы, например, разбирать и собирать мебель некоторых отечественных производителей? Автор настоящего аналитического обзора пробовал – воспоминания весьма неприятные – согнутые стержни шурупов, сорванные головки и шлицы, разбитые отверстия, и если выкрутить шурупы оказывалось серьезной проблемой, то закрутить их вторично почти нереально.

В настоящее время, когда требования к ускорению строительных, монтажных и механосборочных и т.п. работ постоянно возрастают, столь же интенсивно развиваются и технологии крепления, и вышеописанный «дедовский» метод категорически неприемлем. На российском рынке вначале робко, а затем все шире и шире стали появляться шурупы-самонарезы, не требующие отверстия для их установки, качество материалов и конструкция шурупов (по большей части импортных) стали допускать их многократное использование, наличие разнообразных покрытий препятствовало коррозии и т.д. Эти преимущества, не смотря на более высокую стоимость «новых» шурупов, позволяют им все интенсивнее теснить традиционные шурупы. «Новые» шурупы оказались более привлекательными для российского покупателя, умеющего не только считать (1 шуруп против трех старых) и стремящегося к ускорению строительно-монтажных работ, но желающего иметь надежное и эстетически выдержанное крепление. Наконец, было сломано устаревшее представление о шурупах, как крепежных устройствах для деревянных и подобных конструкциях. Современные шурупы позволяют применять их также и в пластмассах, металлах (включая сталь), строительных материалах (включая бетон).

Занимаясь в течение нескольких лет реализацией разнообразных крепежных деталей, наша фирма обратила внимание, что в огромном и все время расширяющемся многообразии шурупов «тонут» не только покупатели, но и продавцы крепежной техники. Настоящий обзор призван систематизировать наши знания о шурупах, показать возможности и области их применения.

* * *

ГОСТ 27017-86 определяет **шуруп** как *крепежное изделие в форме стержня с наружной специальной резьбой, резьбовым коническим концом и головкой на другом конце, образующие резьбу в отверстии соединяемого деревянного или пластмассового изделия*. Это определение изначально предполагает, что шуруп вворачивается в предварительно подготовленное отверстие и используется для крепления на деревянных или пластмассовых основах. Такие шурупы, изготавливаемые обычно из малоуглеродистых сталей (Ст1, Ст2, Ст3, 10кп), реже из коррозионностойких сталей без покрытий (также из латуней), традиционно выпускались и производятся в основном отечественной метизной промышленностью и поныне.

Однако в последнее время на российском рынке появились крепежные изделия по форме соответствующие вышеприведенному определению, но имеющие существенные конструктивные усовершенствования (прежде всего это форма резьбы, наконечника и шлица), выполненные из высококачественных материалов с различными коррозионностойкими и эстетическими покрытиями. Эти усовершенствования позволяют часто применять шурупы без предварительного сверления отверстий (что существенно упрощает и ускоряет процесс монтажа закрепляемых изделий), а также применять шурупы для креплений на металлической (алюминий, сталь и др.) основе и в строительных материалах (бетон, кирпич и т.п.). Такие шурупы существенно расширили области их применения, заметно повлияли на технологию многих строительных и механосборочных работ. Поскольку новые шурупы кардинально отличались от традиционных, в обиходе появился новый термин – «саморезы» (в некоторых источниках, в частности, в журнале «ШИГ» – «самонарезы»). Это понятие более точно показывает назначение и возможности новых шурупов, хотя на сегодняшний день оно и не узаконено соответствующим стандартом. Конечно термин «самонарезы» семантически более точен и правилен, но слово «саморезы» удобнее фонетически, уже завоевало позиции на российском рынке и используется подавляющим большинством потребителей. Поэтому в настоящем обзоре используется все-таки термин «саморезы».

В настоящее время производство крепежной техники, в том числе шурупов, постоянно расширяется и является весьма стабильным и доходным бизнесом. Стремление производителей увязать расположение заводов с минимизацией транспортных расходов, непосредственной близостью к сырьевым источникам и ресурсам привело к тому, что в 1965...1975 г. значительная часть заводов по производству крепежа оказалось построено в Юго-Восточной Азии, в частности на Тайване, где несколько десятков заводов обеспечивают львиную долю мирового потребления. При этом сырье для изготовления шурупов и металлических дюбелей - стальной прокат - фабрики практически в ста случаях из ста получают от монополиста в этой отрасли, государственной компании "China Steel". Таким образом, обеспечивается высокое качество и стабильная цена готовых изделий у подавляющего большинства производителей. В Европе шурупы производятся также в Польше, Чехии, Италии, Финляндии, Германии и других странах. Причем наиболее промышленно развитые страны производят наиболее качественный элитарный крепеж, который при высокой стоимости выпускается в сравнительно небольших объемах, но отличается великолепными прочностными и конструктивными свойствами.

Шурупы обеспечивают прочное, долговечное и, в большинстве случаев, не разборное соединение практически всего со всем. В этой связи, а также благодаря простоте использования, шурупы и саморезы в сочетании с дюбелями идеально подходят для строительства и ремонта дома. В настоящее время производится огромное количество крепежных элементов для любого применения. Чтобы лучше сориентироваться в этом многообразии и выбрать подходящий тип шурупа целесообразно иметь представление о

возможных конструктивных исполнениях такого вроде бы не сложного технического устройства.

1. Конструктивное исполнение шурупов (саморезов)

Шурупы различают по конструктивному исполнению основных их элементов:

- **головок** (по ГОСТ 27017-86 – часть крепежного изделия, имеющего стержень, служащая для передачи крутящего момента и образования опорной поверхности);
- **шлицев** (по ГОСТ 27017-86 – углубление специальной формы в торце головки шурупа);
- **резьбы стержня;**
- **наконечника.**

Типы **головок шурупов** приведены на рис.1.



Рис.1. Типы головок шурупов и саморезов

Использование того или иного вида головки определяется требуемыми условиями и особенностями монтажа, материалами соединяемых деталей и возникающими при вкручивании нагрузками, эстетическими требованиями и т.д. Так шестигранные головки изготавливаются в основном на шурупах больших размеров или при креплении к металлическим основам, то есть в случаях, когда требуется передача значительных крутящих моментов. Головки с шайбой EPDM (коническая шайба с резиновой прокладкой) применяются при необходимости герметизации стыка, в частности при креплении кровельных материалов. Рожковые головки наилучшим образом показали себя при креплении гипсокартонных плит, т.к. обеспечивают легкое и надежное заглубление самореза «в потай» без предварительной раззенковки. Существуют шурупы, выпускаемые вообще без головок, в которых шлицы нарезаются непосредственно в торце стержня. Примеры наиболее распространенных шурупов с областью их оптимального применения приведены ниже.

Шлицы, служащие для передачи крутящего момента от инструмента (отвертка, биты) к собственно шурупу, имеют весьма большое многообразие, некоторые наиболее распространенные из них приведены на рис.3. Самый традиционный тип шлицев – прямой в последнее время применяется все меньше и меньше. Коренной перелом в развитии конструкций шлицев произошел после внедрения фирмой «Phillips» шурупа с крестообразным шлицем, который заметно упростил и ускорил процесс завинчивания. Созданный для маленьких крепежных изделий применяемых в приборостроении, он оказался настолько привлекательным для потребителей, что стал широко применяться в самых различных областях. Дальнейшим развитием крестообразного шлица стал шлиц

Pozidrive, который способен передать больший крутящий момент благодаря меньшему углу при вершине, дополнительным усикам и отсутствием наклона боковой рабочей поверхности относительно вертикальной плоскости (Рис.2). При этом уменьшаются усилия выталкивающие инструмент из шлица, и облегчается приложении крутящего момента, но при вставлении отвертки (биты) требуется более точное его центрирование. Еще большие усилия передаются шлицем Torx, но при массовом заворачивании шурупов он не очень удобен (сложнее совмещение инструмента со шлицем крепежного элемента), поэтому такой тип шлица используется чаще для мощных шурупов (рамных, фасадных, саморезов по бетону, нагелей и т.п.). Квадратные шлицы и внутренние шестигранники используются достаточно редко, например внутренний шестигранник применяется в специализированных мебельных шурупах – стяжках «Confirmat».

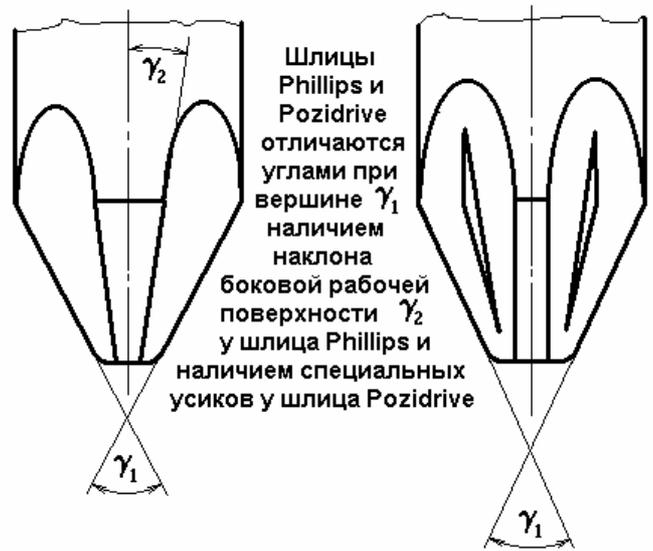


Рис.2

Phillips	Pozidrive	Torx (звездочка)	Прямой шлиц	Квадрат- ный	Внутренний Шестигранник	Внешний Шестигранник
Основные						
Phillips Прямой	Phillips Квадрат	Двойной прямой	Шестигранник Torx	Шестигранник Прямой	Специальные	
Комбинированные						

Рис 3. Типы шлицев шурупов и саморезов

Каждый из основных типов шлицев различается еще и по размерам, при этом образуется стандартизованный и пронумерованный ряд, имеющий определенное наименование. Например, шлицы Phillips имеют обозначения по размерам Ph1, Ph2, Ph3, Ph4, шлицы Pozidrive – Pz1, Pz2,..., Torx – T10, T15, T20,... Таким образом, образуется достаточно большой набор вариантов исполнения шлицев, что в свою очередь требует и соответствующего набора инструмента для закручивания шурупов.

Для каждого типа шлица и его номера (размера) требуется соответствующий инструмент (отвертка, бита). При этом расхожий термин «крестовая» отвертка не выдерживает никакой критики. Дело в том, что угол при вершине шлица Phillips (и соответствующей отвертки) составляет 55° , а у шлица Pozidrive – 50° , поэтому отвертка (бита) не соответствующая шлицу не будет плотно входить в углубление в головке (см.

Рис.4). Кроме того, наклон боковой рабочей поверхности у шлица Phillips не совмещается с практически вертикальной поверхностью у шлица Pozidrive. Вследствие вышесказанного заметно уменьшается рабочая поверхность контакта отвертка-шуруп, а при одинаковом усилии возрастает контактное напряжение как в инст-

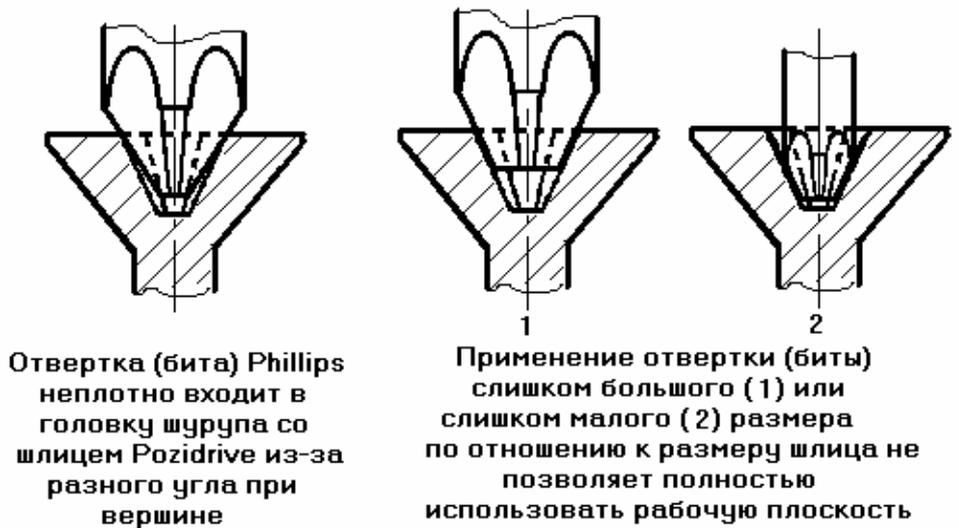


Рис.4

рументе, так и в головке шурупа, что приводит к повышенному износу или даже разрушению того или иного элемента. Подобный эффект происходит и при неправильном выборе размера (номера) инструмента (Рис.4). Таким образом, для эффективной работы потребителю использующему различные типы и размеры шурупов (саморезов) требуется соответствующий набор отверток (бит).

Дабы несколько облегчить работу потребителя по смене инструмента при смене шурупа некоторые производители практикуют выпуск шурупов с комбинированными шлицами (Рис.3.), позволяющие работать с такими шурупами двумя различными типами инструментов. Следует сказать, что выигрыш в облегчении работы достаточно сомнителен, а проигрыши в усложнении производства (и как следствие – увеличения цены) и часто в прочности головки заметны.

На Рис.3 приведены также примеры специальных шлицев (их еще называют «секретом»), производство и применение их весьма ограничено и носит единичный характер.

Материалы, которые можно скрепить с помощью шурупа, во многом определяются его типом резьбы (Рис.5).

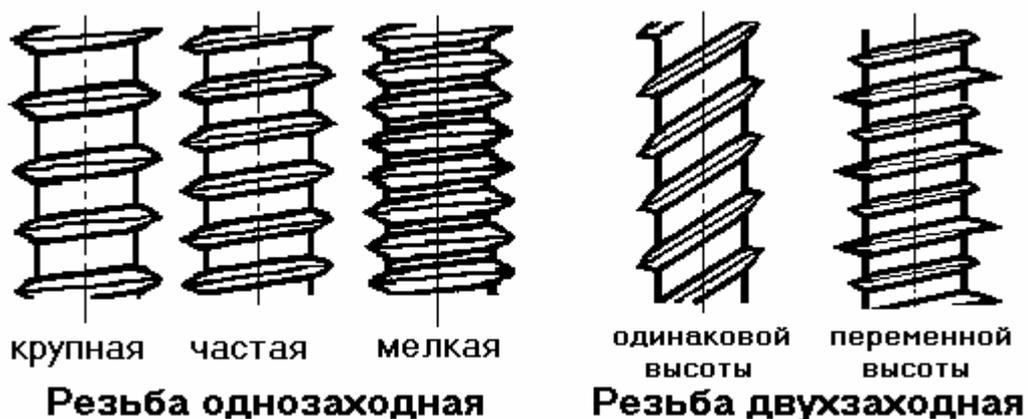
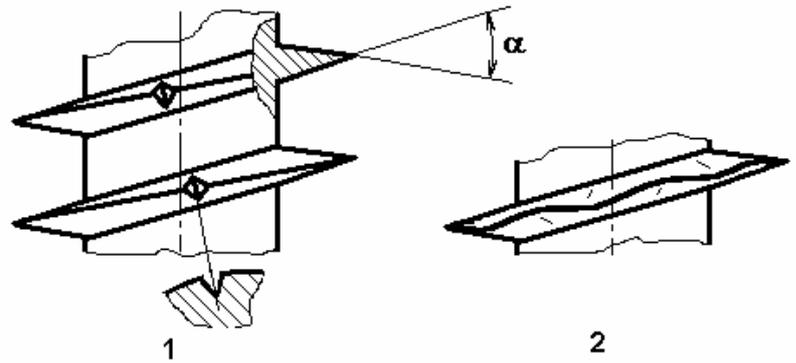


Рис 5. Типы резьб шурупов

Кроме различия резьб по размеру (диаметру), шагам и количеству заходов, резьбы отличаются и по углам при вершине профиля α (см. Рис.6). Причем, чем меньше указанный угол, тем легче закручивается шуруп, легче формируется резьба в отверстии, выше самораневающие свойства. Традиционные шурупы, выпускаемые отечественной промышленностью по ГОСТ 1144-80 или ГОСТ 1145-80 имеют угол $\alpha=60^\circ$, как у

метрической резьбы. Новые же саморезы изготавливаются с $\alpha=45^\circ$ и меньше. Следует отметить, что такие малые углы при вершине профиля обеспечивают повышение эффективности нарезание резьбы в сравнительно мягких материалах (дерево, ДСП, гипсокартон и т.п.). Шурупы (саморезы) предназначенные для вворачивания в металл, бетон и др. твердые материалы изготавливаются с большими углами (в основном 60°) для повышения прочности нитки резьбы у основания профиля.



Для повышения самонарезающих свойств резьб можно уменьшить угол при вершине профиля резьбы α , нарезать на резьбе специальную насечку (1), изготовить нитку резьбы с волнообразным профилем (2).

Рис.6

Увеличение самонарезающих свойств шурупов – весьма важная задача, т.к. чем легче саморез вворачивается при креплении, тем меньше сроки и стоимость монтажных работ. А даже минимальный выигрыш во времени закручивания одного шурупа, с учетом массовости их применения дает значительную экономию. Поэтому производители порой вводят специальные конструктивные элементы, например, на резьбе выполняется насечки (Рис.6-1), создающие дополнительные режущие кромки, или сама резьба изготавливается с волнообразной режущей кромкой (Рис.6 –2) – шурупы SPAX, такая резьба позволяет снизить необходимый крутящий момент в два раза и увеличить удерживающую силу в 1.2 раза.

Наконец для облегчения монтажа могут использоваться шурупы с несимметричным профилем резьбы (Рис.7). Такие шурупы легко вворачиваются или даже забиваются в дюбель вдоль наклоненной стороны (кромки) резьбы, удаление же шурупа затруднено и требует выворачивания. Наиболее широко такие шурупы применяются со специальными дюбелями быстрого (сквозного) монтажа. Строго говоря, эти шурупы являются крепежным элементом средним между шурупом в обычном понимании этого слова и винтовым гвоздем. При монтаже он забивается как гвоздь и при необходимости доворачивается как шуруп, при удалении шуруп-гвоздь надо выворачивать как шуруп.

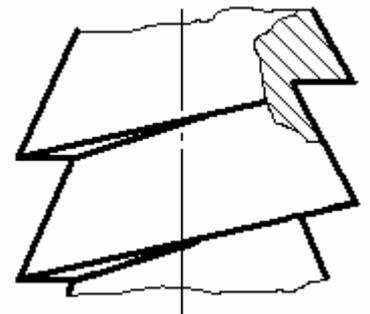


Рис.7

Наконечник шурупа определяется технологией его использования. Наиболее распространены шурупы с традиционным острым наконечником (Рис.8), они различаются величиной угла захода β . У классических шурупов по ГОСТ 1144-80, 1145-80, 1146-80 этот угол составляет 40° . У саморезов он значительно меньше (например у черных саморезов по гипсокартону – $26...28^\circ$, у универсальных – $20...30^\circ$), ведь с его уменьшением облегчается внедрение стержня в материал, и увеличиваются самонарезающие свойства шурупа. Для повышения этих свойств применяются и дополнительные конструктивные усовершенствования (Рис.8). Особый интерес представляют саморезы со сверлом, они гарантировано создают отверстие в материале перед нарезанием в нем резьбы при выполнении одной единственной операции – завинчивания. Это резко сокращает сроки крепления, в том числе и в твердые материалы (металлы). Наконечник-сверло различается не только по длине сверла, но и по его

диаметру. Саморезы со сверлом могут иметь диаметр сверла равный диаметру стержня, такие крепежные детали используются при работе с металлами (в первую очередь алюминий и сталь), и диаметр меньше диаметра стержня – для мягких материалов (в первую очередь дерево).



Рис.8. Типы наконечников шурупов и саморезов

Существуют шурупы и с тупым наконечником, которые предназначены строго для вкручивания в предварительно подготовленное отверстие, например, мебельные винты-стяжки («Confirmat»), винты для пластмасс.

2. Размеры шурупов (саморезов)

Размеры шурупов определяются двумя параметрами – **диаметром** и **длиной**. **Диаметр шурупа** (самореза) это **диаметр окружности выступов его резьбы**. Шурупы выпускаются следующих диаметров: 1.6, 2.0, 2.5, 3.0(2.9), 3.5, 3.8(3.9), 4.0, 4.2, 4.5, 4.8, 5.0, 5.5, 6.0, 6.3, 7.0, 7.5, 8.0, 10.0, 12.0 мм. Это не означает, что шурупы всех типов выпускаются всех диаметров, в зависимости от типа и области применения назначается определенный порой достаточно ограниченный ряд. Наиболее широкий ряд диаметров имеют универсальные шурупы. Так шурупы с потайной головкой по ГОСТ 1145-80 и полукруглой по ГОСТ 1144-80 имеют ряд диаметров: 1.6, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 5.0, 6.0, 8.0, 10.0 мм, универсальные оцинкованные саморезы производства Юго-Восточной Азии – 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 6.0 мм. Специализированные шурупы и саморезы имеют более узкие ряды диаметров. Так саморезы для гипсокартона (черные с рожковой головкой) – 3.5, 3.8, 4.2, 4.8 мм, шурупы с шестигранной головкой по дереву («глухари») – 6.0, 8.0, 10.0, 12.0 мм, а саморезы по бетону вообще выпускаются только диаметрами 7.5 мм и т.д. Перечень наиболее распространенных шурупов и саморезов с их особенностями и рядами размеров приведен ниже.

Длины шурупов и саморезов нормализованы и практически во всем мире имеют одинаковый размерный ряд: 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 20, 22, 25, 29, 30, 32, 35, 36, 38, 40, 41, 45, 50, 51, 55, 57, 60, 64, 66, 70, 76, 80, 89, 90, 100, 102, 120, 140, 160, 180, 200, 230, 250, 280, 300 мм. Для некоторых специализированных изделий могут применяться и другие длины. При этом следует помнить, что длины шурупов (саморезов) с потайными головками определяются по их **полной длине**, а с выпуклыми головками – по расстоянию от нижнего края головки до конца наконечника (по **длине стержня**). Естественно, что существует определенная корреляция между диаметром и длиной шурупа, и шурупы одного диаметра выпускаются с ограниченным рядом длин.

Выбор диаметра и длины шурупа определяются требуемой нагрузкой, которое должно выдерживать соединение, размерами соединяемых деталей и др. факторами. При определении диаметра шурупа вворачиваемого в пластмассовый распорный дюбель следует ориентироваться на рекомендации производителя, указанные в каталогах или на упаковке дюбелей. Если такие рекомендации отсутствуют, то диаметр шурупа можно

выбрать из следующего условия – шуруп должен быть на 1...3 номера в ряду диаметров меньше диаметра дюбеля. Для дюбеля 4 мм можно использовать шурупы Ø2...3 мм, для дюбеля 5 мм – Ø3...4 мм, для 6 мм дюбеля – Ø4...5, для дюбеля 8 мм – Ø4.5...6.0 мм; 10 мм – Ø6...8 мм; 12 мм – Ø8...10 мм; 14 мм – Ø10...12 мм. Естественно, чем больше диаметр шурупа – тем прочнее соединение, однако требуемый крутящий момент при этом возрастает, и применение толстого шурупа может ограничиваться возможностями инструмента, прочностью головки шурупа, жесткостью материала дюбеля и его конструкцией, твердостью материала, в который устанавливается дюбель, качеством подготовки отверстия и т.д.

Длина шурупа выбирается исходя из длины дюбеля и толщины прикрепляемого изделия. Шуруп при закручивании в дюбель должен выходить из вершины последнего на некоторое расстояние. Минимальную длину шурупа можно рассчитать по формуле:

$$L_{ш} = L_{д} + S + d_{ш},$$

где $L_{д}$ – номинальная длина дюбеля;

S – толщина прикрепляемой детали;

$d_{ш}$ – диаметр шурупа.

Для «тупых» шурупов (с углом наконечника 40°) этого достаточно, для остроконечных шурупов (саморезов) длину требуемого шурупа необходимо увеличить, дабы весь его наконечник вышел из дюбеля при закручивании. Соответственно и отверстие под дюбель должно сверлиться с учетом длины вворачиваемого шурупа, в среднем на 10 мм больше длины дюбеля.

3. Покрытия крепежных изделий

В настоящее время крепежные изделия без покрытий («черные») применяются все меньше и меньше, т.к. кроме механического воздействия, могущего вызвать разрушение крепежа, металлы, из которых изготовлены крепежные детали, разрушаются при взаимодействии с окружающей средой – этот процесс называется коррозией (от латинского *corrodere* –разъедать). В зависимости от окружающих металл условий (температура, влажность, химический состав окружающей среды и т.д.) условия эксплуатации по ГОСТ 14007-68 подразделяются на легкие (Л), средние (С), жесткие (Ж) и очень жесткие (ОЖ). Для защиты металлов от коррозии на них наносят различные покрытия. Кроме того, покрытия наносят для придания изделиям декоративного вида (эстетические свойства) или создания специальных поверхностных свойств (электропроводности, теплопроводности, электроизоляционных, магнитных или немагнитных свойств, светоотражающей или светопоглощающей способности, износостойкости и др.). Покрытия могут быть металлическими, неметаллическими неорганическими, порошковыми, лакокрасочными, пластмассовыми, резиновыми.

Защитные свойства покрытий зависят от возможности взаимодействия материалов покрытий и детали (в рассматриваемом случае шурупа). Различаются две разновидности способов защиты – механический и электрохимический. **Механическая** защита достигается за счет изолирования материала от внешней среды и эффективна только при отсутствии пор, задиров и др. повреждений покрытия. **Электрохимическая** защита обеспечивается в том случае, если материал покрытия является анодным по отношению к защищаемому материалу и не зависит от пористости.

Основным видом коррозии металлов является электрохимическая, возникающая в зоне контакта двух металлов, имеющих разный электрохимический потенциал. Возникающая при наличии влаги гальваническая пара приводит к постепенному растворению металла имеющего меньший потенциал. Значения электрохимических потенциалов ряда металлов в нормальных условиях приведены в табл.1. Покрытия,

выполненные из материала, потенциал которого в данных условиях более отрицателен чем потенциал защищаемого металла, называются **анодными**. Согласно табл.1 анодными покрытиями для железа и его сплавов (сталь, чугун) являются покрытия из магния, алюминия, цинка, хрома. Такие покрытия при наличии пор и задигов разрушаются сами, а защищаемый металл нет. **Катодными** называются покрытия, у которых потенциал более положителен, чем у защищаемого металла, для стали такими покрытиями будут: медное, никелевое, оловянное, свинцовое, серебряное, золотое. Понятно, что анодные покрытия обеспечивают как механическую, так и электрохимическую защиту, а катодные только механическую. Неметаллические, лакокрасочные, пластмассовые покрытия обеспечивают только механическую защиту.

Следует помнить, что электрохимический потенциал зависит не только от материала, но и от окружающей среды. Так, в условиях атмосферы и в водных растворах неорганических соединений олово по отношению к железу (стали) является катодным покрытием (луженое железо). Однако в присутствии органических веществ олово часто играет роль анодного покрытия по отношению к железу и его сплавам, поэтому луженая жесть консервов ржавеет снаружи, но не внутри. Цинк – самое распространенное антикоррозионное покрытие хорошо анодно защищает сталь в атмосферных условиях и в пресной воде при нормальных и низких температурах, но при высоких температурах, в агрессивных средах его потенциал меняется в сторону увеличения и может превысить потенциал железа. Кадмий образует катодное покрытие по отношению к железу в атмосфере или в пресной воде, но в морской воде кадмиевое покрытие является анодным.

Таблица 1. Нормальные электрохимические потенциалы металлов

Металл	Электрохимический потенциал	Металл	Электрохимический потенциал
Магний.....Mg	-2.38	Никель.....Co	-0.23
Алюминий.....Al	-1.66	Олово.....Sn	-0.14
Цинк.....Zn	-0.76	Свинец.....Pb	-0.126
Хром.....Cr	-0.71	Водород.....H	0
Железо.....Fe	-0.44	Медь.....Cu	+0.31
Кадмий.....Cd	-0.40	Серебро.....Ag	+0.799
Кобальт.....Co	-0.27	Золото.....Au	+1.42

Следует помнить, что не всякое анодное покрытие и не во всех случаях оказывается удовлетворительным, т.к. оно само также не должно слишком быстро разрушаться. Так, например, цинковое покрытие, широко применяемое для защиты от коррозии в средних географических широтах, оказывается нестойким в тропическом климате. Причиной этого служит интенсивное растворение и смывание водой и влагой воздуха слоя солей цинка, образующегося на поверхности при коррозии. В результате этого происходит обнажение глубинных слоев металла, и скорость коррозии не замедляется.

Рассмотрим особенности и способы применения наиболее распространенных видов покрытий крепежных изделий. Для крепежных изделий (в частности шурупов) применяются металлические (цинковые, кадмиевые, медные и т.д.), неметаллические неорганические (окисные, фосфатные), лакокрасочные покрытия.

Из металлических покрытий в мировой практике наиболее широко в мировой практике применяются **цинковые**. Их широкое применение для защиты стальных и чугунных изделий обусловлено в основном двумя причинами. Первая – высокая природная стойкость самого цинка вследствие образования на цинке в коррозионной среде защитных пленок из продуктов коррозии, вторая – высокая анодность защиты при

температуре до 70°C. При более высоких температурах цинк защищает сталь только механически.

Защитные свойства цинковых покрытий определяется как их толщиной, так методом их нанесения. Цинковые покрытия, полученные различными методами, отличаются по равномерности, строению, плотности, составу и т.п. Для создания цинковой пленки используется:

- горячее цинкование (погружение изделий в расплав цинка при температуре 450...480 °C);
- электролитическое цинкование (гальваническое покрытие в кислых, сернокислых или щелочных цианистых ваннах);
- термодиффузионное цинкование или шерардизация (насыщение цинком нагретых до 400...420 °C стальных изделий в порошковой цинковой среде).

Горячий способ позволяет получить покрытие большой толщины (50...150 мкм), но эта толщина колеблется в значительных пределах и точная регулировка его невозможна. Отсюда высокие потери металла, порой недостаточное качество покрытия. На параметры основного металла (самой крепежной детали) горячая оцинковка практически не влияет, но размеры детали могут заметно измениться. Экономия металла при электролитическом методе покрытия составляет до 50%, при этом повышается твердость покрытия (500...600 Н/мм²) и его однородность, обеспечивается высокая степень чистоты осажденного цинка и повышенная химическая стойкость, но толщина покрытия невелика (5...35 мкм). Кроме того, при электролитическом цинковании происходит наводороживание и как следствие охрупчивание основного защищаемого металла. Оба метода являются экологически вредными, и перед производителями постоянно стоит проблема утилизации отходов. Всех недостатков лишен метод шерардизации, применяемый, к сожалению, производителями крепежа пока достаточно редко.

Для повышения коррозионной и механической стойкости цинковые покрытия часто подвергают хроматированию (пассивированию) или фосфатированию. Для желтого (хроматного) пассивирования оцинкованные изделия погружают в растворы хромовой кислоты или ее солей. Образующаяся хроматная пленка представляет собой соединения хрома и цинка, защитные свойства которой практически не изменяются даже при наличии на ней механических повреждений (царапин, рисок и т.п.). После хроматного пассивирования покрытия приобретает желтую или зеленовато-желтую окраску с радужным оттенком. Фосфатирование цинковых покрытий применяется на крепежных изделиях редко в основном при необходимости их последующего окрашивания.

Крепежные изделия с цинковым покрытием полученным горячим или электролитическим способом без хроматирования или фосфатирования пригодны для использования в легких (Л) или средних (С) условиях эксплуатации, с дополнительной обработкой или окрашенные – в любых. Шерардированные крепежные изделия работают в любых условиях.

Кадмирование крепежных изделий производится редко. Кадмий и его соединения очень токсичны, и во многих странах кадмирование запрещено. Цвет, механическая прочность и ряд других показателей кадмиевых покрытий близки к цинковым. Покрытия кадмием также могут подвергаться хроматированию и фосфатированию. Защитные свойства кадмиевых покрытий в обычных условия ниже цинковых, но в морских условиях и при сильной конденсации водяного пара такие покрытия применяются и поныне.

Никелевое покрытие является катодным по отношению к стали и защищает ее только механически. Для никелирования крепежных деталей применяют колокольные ванны или ванны с вращающимися барабанами с электролитом, основным компонентом

которого является серноокислый никель. Никелевые покрытия имеют привлекательный декоративный вид (хотя со временем тускнеют), но снижают механические свойства стали и имеют малую коррозионную стойкость. В этой связи никелированные крепежные изделия – редкость, хотя и используется например в мебельной промышленности.

Так крайне редко применяется для крепежных изделий **хромирование**, которое, имея высокоэстетичный вид, почти вдвое снижает предел выносливости покрытой им стали без специальных операций предварительной подготовки металла. Хроматирование применяется либо как декоративное, либо как износостойкое, в связи с низким коэффициентом трения хрома.

Для декоративных целей также может применяться на крепежных изделиях **латунирование**, в частности для деталей мебельного крепежа (шурупы, винтовые стяжки и др.), антикоррозионные свойства которого крайне низки.

Среди неметаллических покрытий для крепежных изделий (в том числе стальных шурупов) широко применяются оксидирование и фосфатирование. **Фосфатирование** используется для стальных изделий, не требующих декоративного вида, и заключается в обработке последних специальным химическим составом (соль Мажеф), в результате которой на поверхности стали образуется фосфатная пленка (фосфат железа) с высокими защитными свойствами. В зависимости от качества подготовки поверхности детали пленка может иметь разную кристаллическую структуру. Наиболее высокими защитными свойствами обладают мелкокристаллические пленки. Фосфатная пленка очень хорошо связана с основным защищаемым металлом (на молекулярном уровне), обладает отличной адгезией лакокрасочных и др. покрытий (хорошо окрашивается), имеет высокую маслостойкость. Дополнительная обработка повышает защитные свойства фосфатных пленок. Такая обработка производится в растворах хрома, промасливанием, гидрофобизированием или окраской. Промасливание обычно производится веретенным или авиационным маслом при температуре 100...110 °С, при этом существенно повышаются антикоррозионные и антифрикционные свойства детали. Гидрофобизирование заключается в создании дополнительно на поверхности деталей тонкой водоотталкивающей (гидрофобной) пленки. В зависимости от технологии подготовки поверхностей деталей, подвергаемых фосфатированию, и технологии самого процесса толщина покрытия может быть 2...15 мкм, а цвет детали – от светло-серого до черного.

Оксидирование заключается в формировании на поверхности изделия или детали пленки оксидов. Оксидные покрытия по многим свойствам (антикоррозионным, адгезионным, маслостойким) близко к фосфатному. Цвет стального изделия после оксидирования в зависимости от режима процесса меняется от темно-серого до блестяще-черного. Считается, что по собственной антикоррозионной стойкости фосфатные покрытия превышают оксидные.

Фосфатированные или оксидированные изделия могут применяться только в легких (Л) условиях эксплуатации, если эти покрытия подвергнуты промасливанию или гидрофобизированию – в средних (С) и жестких (Ж). Для использования их в любых условиях эксплуатации необходимо окрашивание.

Практически все крепежные изделия могут **окрашиваться** всеми распространенными красками, хотя качество адгезии может оказаться различным в зависимости от типа покрытия крепежа, вида краски, степени загрязненности окрашиваемого изделия и т.д. Среди шурупов, которые изготавливаются и предлагаются потребителю в окрашенном виде следует выделить кровельные саморезы, окраска которых должна сочетаться с цветом кровли и отвечать условиям высокой атмосферостойкости.

Для окрашивания кровельных саморезов в настоящее время используются порошковые краски, которые наилучшим образом отвечают предъявляемым к окраске требованиям. Порошковая окраска - экологически чистая, безотходная технология получения высококачественных декоративных и декоративно-защитных полимерных покрытий. Покрытие формируют из полимерных порошков, которые наносят на окрашиваемую поверхность изделия. Затем изделие нагревают и выдерживают при заданной температуре несколько минут. Из-за относительно высокой температуры полимеризации окрашивают в основном металл и стекло. Последнее десятилетие происходит быстрое проникновение технологии порошкового окрашивания в сферы традиционных способов нанесения лакокрасочных покрытий. В мире сегодня окрашивают с использованием этой технологии примерно 15 % всех изделий подлежащих окраске, и это число увеличивается.

Различаются кровельные саморезы не только по размерам и конструкции (см. ниже), но и по **цвету лакокрасочного покрытия**. Для удобства производителей и потребителей цвета саморезов кодируются по одной из существующих систем обозначения цвета. В мире существует несколько систем обозначения цветовых оттенков.

Одной из распространенных в России систем является система цветов финской фирмы Rannila, специализирующейся на производстве металлочерепицы и других кровельных материалов. В связи со специализацией фирмы номенклатура цветов сравнительно невелика, перечень цветов и их обозначения приведены в табл.2.

Таблица 2. Система обозначения цветов Rannila

ЦВЕТ	Обозначение	ЦВЕТ	Обозначение
Белый	RR 20	Темно-коричневый	RR 32
Светло-серый	RR 21	Светло-зеленый	RR 36
Серый	RR 22	Зеленый	RR 37, RR 38
Темно-серый	RR 23	Темно-зеленый (цвет хвои)	RR 11
Черный	RR 33	Голубой	RR 34
Светло-желтый	RR 24	Синий	RR 35
Желтый	RR 25, RR 26	Серебристый металлик	RR 40
Красный	RR 29	Темно-серебристый металлик	RR 41
Темно-красный	RR 28	Золотой металлик	RR 42
Кирпично-красный	RR 750	Медный металлик	RR 43
Светло-коричневый	RR 30	Голубой металлик	RR 44
Коричневый	RR 31		

Более мощной и универсальной системой обозначений цветовых оттенков является система (стандарт) RAL. Ее разработал Немецкий Институт Гарантий Качества и Сертификации RAL. В 1927 году по причине постоянных просьб немецких производителей красок институт установил стандарт на цветовое пространство, разделив его на диапазоны и обозначив каждый цвет четырехзначным цифровым индексом, понятным разным областям промышленности. С тех пор по мере появления новых красителей стандарт неоднократно расширялся. Нет возможности привести здесь весь стандарт, т.к. только базовых цветов в нем более 200, на сегодняшний день стандарт включает в себя тысячи цветов и оттенков. Некоторые наиболее распространенные обозначения цветов приведены в табл.3

В мире существуют и другие системы (стандарты) разработанные фирмами производящими краски, например, Pantone (производитель красок для полиграфии и полиграфического оборудования) и др. Эти системы не получили применения в крепежной кровельной технике, и системы RAL и RR являются основными. Надо сказать,

что RAL-система является предпочтительнее, т.к. используется не только при оценке цвета кровельных саморезов, но и других крепежных изделий, например, цветных заклепок, декоративных колпачков на крепежные детали и др.

Таблица 3. Система обозначения цветов RAL (выборочно)

ЦВЕТ	Обозначение	ЦВЕТ	Обозначение
Белый	RAL 9003,9010	Темно-коричневый	RAL 8014,8017
Светло-серый	RAL 9002,9018	Светло-зеленый	RAL 6017,6021
Серый	RAL 7038,7040	Зеленый	RAL 6001,6016
Темно-серый	RAL 7005,7039	Темно-зеленый	RAL 6002,6005
Черный	RAL 9005,9011	Голубой	RAL 5007,5012
Светло-желтый	RAL 1018,1023	Синий	RAL 5005,5010
Желтый	RAL 1004,1021	Серебристый металлик	RAL 9006,9022
Красный	RAL 3018,3020	Темно-серебрист. металлик	RAL 9007,9023
Темно-красный	RAL 3000,3003	Золотой металлик	RAL 1036,7048
Кирпично-красный	RAL 3009,3011	Медный металлик	RAL 8029
Светло-коричневый	RAL 8001,8023	Голубой металлик	RAL 5025
Коричневый	RAL 8003,8008	Кремевый	RAL 1001,1015