

С крупной или мелкой резьбой? Из твердого или мягкого металла?

Небольшая справка по крепежным изделиям

Jan Hinrich Löken (Quality Manager)

J.Loeken@industriehof.com



Винты и болты используются повсеместно, но мы не замечаем их в повседневной жизни, потому что привыкли, что они есть. В этом нет ничего удивительного, ведь из всех возможных соединительных элементов для разъемных соединений в наше время они используются чаще всего. Вряд ли есть хоть один человек, которому не приходилось иметь с ними дела в той или иной форме. И все же мы часто недооцениваем их возможности. Небольшой стальной болт может выдерживать огромное усилие. Это очень хорошо показывает пример расчета удерживающего усилия.

Шурупы, крепежные болты, винты для металла. Шестигранная, сфероцилиндрическая или потайная головка. Квадратный подголовок или специфическое углубление в головке: шестигранник, Torx, под крестовидную или шлицевую отвертку. На сегодняшний день разновидностей крепежных изделий столько, что в них можно легко запутаться. Однако у них есть общие характеристики.

У каждого винта и болта есть минимальный предел прочности при растяжении, предел удлинения, так называемая сила предварительной затяжки и связанный с ней момент затяжки. Рассчитать эти показатели подчас бывает сложно. Поэтому есть таблицы, в которых можно найти необходимые значения. В дальнейшем речь будет идти в первую очередь о винтах для металла в связи с их повсеместным применением в сельском хозяйстве.



1. Номинальные размеры и шаг резьбы

Номинальные размеры метрических винтов и болтов стандартизированы. Перед номинальным диаметром приводится прописная буква М, чтобы обозначить, что у изделия метрическая резьба. Таким образом, обозначение метрического болта диаметром 12 мм с обычной резьбой (крупной) будет выглядеть так: М12.

Кроме обычной резьбы также бывает мелкая. При использовании такой резьбы ее витки располагаются плотнее, чем в крепежных изделиях такого же диаметра с обычной резьбой. За счет этого винт или болт отличается лучшим самоторможением. Т. е. вероятность того, что гайка открутится сама по себе во время работы, меньше. В таком случае в дополнение к номинальному диаметру также указывается расстояние между витками резьбы в миллиметрах: М12х1

Если дополнительно необходимо указать полезную длину винта, то обозначение дополняется значением в миллиметрах: М12х45

2. Качество крепежных изделий

Винты для металла изготавливаются, как правило, из стали. На головке винта в большинстве случаев есть маркировка качества материала. Маркировка состоит из двух или трех цифр, часто разделяемых точкой. В сельском хозяйстве чаще всего применяются винты качества 8.8, 10.9 и 12.9. С помощью этих цифр можно также рассчитать минимальный предел прочности при растяжении и предел удлинения.

3. Винт и подходящая гайка

Одно из самых важных правил при выборе винта — это правильный подбор гайки. Следует придерживаться правила: качество винта всегда должно быть выше! Если качество винта — 12.9, то используется гайка качества 10.9; если качество винта — 8.8, то с ним используют гайку качества 6.8.

Причина следующая: гайка — самый маленький и самый недорогой элемент в этом соединении. Если нагрузка окажется слишком большой, то нагрузку должна принять на себя гайка, а не винт.

Важное указание по использованию самостопорящихся гаек:

резьба винта должна выступать из гайки минимум на один оборот, в противном случае полимерное кольцо или металлический зажимной элемент не будет обеспечивать надлежащую фиксацию. Если ожидается воздействие на гайку высоких температур, следует всегда использовать цельнометаллическую гайку с зажимным элементом. При определенных условиях полимерное кольцо может расплавиться, и гайка больше не будет выполнять свою функцию. Самостопорящиеся гайки НИ В КОЕМ СЛУЧАЕ нельзя использовать повторно! Еще один совет из практики: если и винт, и гайка изготовлены из нержавеющей стали, при раскручивании винтового соединения возможно заедание из-за трения между резьбой винта и резьбой гайки. Это обусловлено высокой долей хрома в материале. Иногда расцепить такое соединение можно только разрушив его (например, путем срывания или срезания). Если при монтаже слегка смазать резьбу графитовой пастой, подобных ситуаций можно избежать.

4. Область применения крепежных изделий разного качества

Возможность применения винтов в той или иной сфере напрямую зависит от их качества. Для закрепления сошника культиватора, например, над башмаком крыла следует по возможности использовать винты качества 12.9. Из-за длинного рычага, направленного вперед, и большой длины стержня винты в этой области подвержены очень большим нагрузкам. Важна здесь, в первую очередь, высокая сила предварительной затяжки, чтобы поддерживать статическое выравнивание отдельных деталей на стойке. При этом преимуществом



является высокий предел удлинения, а лишь чуть более высокий минимальный предел прочности при растяжении не является проблемой, потому что динамический момент, как правило, действует на другой участок. В качестве примеров можно назвать срезной болт и дополнительно защиту от камней. По-другому обстоит дело с боковыми крыльями для горизонтального или вертикального привинчивания. Здесь винт располагается вблизи точки воздействия, поэтому качества 10.9 вполне достаточно. Единственная причина, оправдывающая использование более прочных винтов, — износ головки винта из-за абразивного воздействия грунта.

Для деталей плугов обычно достаточно винтов качества 10.9, потому что они подвергаются нагрузке на растяжение лишь в ограниченной мере. Как правило, несколько винтов в разных местах должны обеспечивать прилегание листа стали к корпусу плуга. За счет того, что головки винтов часто утапливаются в листовую сталь, возможностью износа здесь можно пренебречь. Но и здесь, конечно, бывают случаи, когда стандартные винты регулярно обрываются или срезаются. Однако в таком случае стоит проверить, правильно ли выполнена настройка навесного орудия, прежде чем прибегать к использованию винтов более высокой прочности.

Разумеется, бывают случаи, в которых условия для повреждения создаются преднамеренно. Срезной болт всегда должен быть самым слабым элементом, чтобы он разрушался первым, до того, как будут повреждены другие детали. Здесь используют, как правило, скорее 8.8, чем 10.9. Однако это зависит от длины рычага стойки и желаемого усилия срабатывания. Иногда имеет смысл взять ручку и бумагу и немного позаниматься расчетами. Ну и, конечно, всегда остается возможность проведения практических опытов. Некоторые производители техники также предлагают срезные болты с канавкой по окружности, чтобы можно было точно определить положение и усилие среза.

5. Покрытия и защита от коррозии

Поскольку винты используются во всех погодных условиях, в большинстве случаев нужно, чтобы у них было защитное покрытие. Самые популярные крепежные изделия с покрытием — оцинкованные. Также применяются крашеные и вороненые винты. Наряду с оцинкованными винтами большой популярностью пользуются необработанные винты. Они не всегда блестящие. Необработанными называются все винты, не имеющие долгосрочной защиты от коррозии. Они также могут иметь черную поверхность, на них может быть окалина.

6. Расчет предела удлинения, минимального предела прочности при растяжении и удерживающего усилия

Предел удлинения — это действующее на винт усилие, при котором начинается его пластическая деформация. Минимальный предел прочности при растяжении — это усилие, при котором винт начинает срываться. Поскольку во время работы допускается только эластичная деформация винта, предел удлинения в большинстве случаев более важен. Только в срезных болтах минимальный предел прочности при растяжении имеет решающее значение, потому что они рассчитаны на разрушение в случае перегрузки. Расчет обоих значений прост и одинаков независимо от качества. Для определения минимального предела прочности при растяжении значение перед точкой умножается на коэффициент 100. Для определения предела удлинения значение перед точкой умножается на значение после точки и на коэффициент 10. В заключение значения переносятся на диаметр винта. Для этого рассчитывается поперечное сечение в квадратных миллиметрах и умножается на предел удлинения.



6.1 Формулы и расчеты

Необходимые для расчетов формулы еще раз приведены на следующих диаграммах в виде примеров.

Расчет предела удлинения и предела прочности при растяжении на основе индекса качества:

Винт 10.9

Предел удлинения: $10 \times .9 \times 10 = 900 \text{ Н/мм}^2$

Предел прочности при растяжении: $10 \times 100 = 1\,000 \text{ Н/мм}^2$

Пересчет предела удлинения с учетом поперечного сечения винта:

Винт M12

Поперечное сечение: $12 \text{ мм} \times 12 \text{ мм} \times \frac{3}{4} = 113 \text{ мм}^2$

Удерживающее усилие: $113 \text{ мм}^2 \times 900 \text{ Н/мм}^2 = 101\,700 \text{ Н}$

Это соответствует весу в 10,17 т

В расчете видно, на какие усилия рассчитан винт диаметром 12 миллиметров качества 10.9. Если прицепить культиватор к трактору с трехточечной навеской, используя только один такой винт, он выдержит.

7. Моменты затяжки и сила предварительной затяжки

Поскольку сила предварительной затяжки существует только как теоретическое значение и может быть определена для винтового соединения только с помощью особой контрольно-измерительной аппаратуры, по-настоящему важен только момент затяжки. Его можно отрегулировать с помощью динамометрического ключа. В приведенной ниже таблице указаны моменты затяжки самых популярных винтов со стандартной резьбой. Момент затяжки указывается в ньютон-метрах (Н·м).

Номинальный диаметр	Качество 8.8	Качество 10.9	Качество 12.9
M6	10 Н·м	14 Н·м	17 Н·м
M8	25 Н·м	35 Н·м	42 Н·м
M10	50 Н·м	70 Н·м	85 Н·м
M12	87 Н·м	122 Н·м	147 Н·м
M16	210 Н·м	299 Н·м	357 Н·м
M20	411 Н·м	578 Н·м	696 Н·м
M24	710 Н·м	1 000 Н·м	1 196 Н·м



8. Вывод

Становится ясно, что возможности применения винтов, несмотря на их неприметность, очень широки. Подбирая винты для определенной конструкции, следует всегда задумываться над тем, подойдут ли они для той или иной цели. Порой правильный подбор винтов позволяет неплохо сэкономить, а также избежать досады и затрат времени на замену сорванного винта. Так что подходите к делу с умом, чтобы впоследствии ни о чем не жалеть.

