

# Качество импортного высокопрочного крепежа и соответствие его требованиям ГОСТ Р 52643-2006

Горицкий В. М., Гусева И. А., Гук В. О., Захаров В. В.

В связи с вступлением в действие с 01.01.2008 года нового ГОСТ Р 52643-2006 [1] возникает задача оценки качества высокопрочного крепежа, поставляемого на отечественный рынок зарубежными производителями и используемого в строительстве и в машиностроении.

В ГОСТ Р 52643-2006 к высокопрочным болтам отнесены болты класса прочности 6.8, 8.8, 9.8, 10.9, 12.9. Следует отметить, что по действующей международной классификации к высокопрочным болтам относятся изделия, временное сопротивление ( $\sigma_b$ ) которых больше или равно 800 МПа.

К сожалению, отечественное метизное производство не в полной мере обеспечивает потребителя термообработанным высокопрочным крепежом классов прочности 9.8–12.9, особенно диаметром до 20 мм классов прочности 10.9 и 12.9 и диаметром свыше 30 мм этих же

классов прочности, хотя потребность в них сегодня достаточно велика.

В связи с этим обстоятельством на отечественном рынке присутствует множество фирм, поставляющих высокопрочный импортный крепеж.

В этих условиях обеспечение надежности болтовых соединений настоятельно требует оценки качества импортного высокопрочного крепежа. Учитывая суровые климатические условия России, высокопрочные болты должны быть гарантированы от хрупкого разрушения. Так, согласно [2] оцинкованные болты М10х160 с маркировкой 8.8, произведенные в Швейцарии и предназначенные для крепления радиорелейной антенны, разрушились уже при монтаже.

Фрактографический анализ хрупких изломов этих болтов позволил установить, что высокая склонность стали типа 40Г2 к

хрупкому разрушению обусловлена возникновением при отпуске зернограничной хрупкости (65,7% приведенной доли межзеренного разрушения).

Поскольку твердость болтов превышала верхнюю границу допустимых ГОСТом 1759.4 для болтов класса прочности 8.8 значений, то развитие зернограничной хрупкости стали было вызвано проведением отпуска в интервале температур необратимой отпускной хрупкости (320–380 °С). Наиболее частой причиной разрушения болтов является отклонение температурного режима отпуска от оптимального.

В табл. 1 представлен химический состав и некоторые механические характеристики партии высокопрочных болтов импортного производства, которые были подвергнуты комплексному исследованию на соответствие их требованиям ГОСТ Р 52643-2006.

Таблица 1. Результаты испытаний болтов

Размер болтов	Маркировка	Толщина цинкового покрытия, мкм	Хим. состав	Твердость	Разрыв на косой шайбе	Разрыв целых болтов	Растяжение образцов	Ударный изгиб	Кoeffиц. закручивания	Примечание
M24x75	530V 110XL	без покрытия	+	+	н	+	н	+	н	Разрушение в течение 2-5 дней
M27x90	12.9 <sup>1)</sup>	без покрытия	- <sup>2)</sup>	-	+	+	+	+	+	
M27x220	12.9 <sup>1)</sup>	без покрытия	- <sup>2)</sup>	+	+	+	+	+	+	
M20x80	XYLX.10.9 HV	21,0	+	+	+	+	н	+	н	
M24x100	*PEINER*10.9 HV	без покрытия	+ <sup>3)</sup>	+	н	+	+	+	н	
M16x80	38 *PEINER*10.9 HV	без покрытия	+ <sup>3)</sup>	+	+	+	-	+	+	микротрещины <sup>5)</sup>
M36x150	24 *PEINER*10.9 HV	без покрытия	- <sup>7)</sup>	+	+	+	+	+	+	
M16x80	02 *PEINER*10.9 HV	45,2	+ <sup>3)</sup>	+	+	+	-	+	+	
M36x100	01 *PEINER*10.9 HV	94,2	+ <sup>3)</sup>	н	н	н	+	+	+	
M16x80	OC 8.8	без покрытия	+	-	н	- <sup>6)</sup>	н	н	н	
M20x90	OC 8.8	без покрытия	+	-	н	- <sup>6)</sup>	н	н	н	
M24x80	8.8 <sup>4)</sup>	есть, н	-	+	н	+	+	н	н	
M30x100	8.8 <sup>4)</sup>	есть, н	+	+	н	+	+	+	н	

Обозначения: «+» – удовлетворяет; «н» – не определено; «-» – не удовлетворяет требованиям ГОСТ 52643-2006 (ГОСТ 22356-77)

Примечания.

<sup>1)</sup> Маркировка представляет собой две колонии параллельных линий, расположенных под углом друг к другу.

<sup>2)</sup> Болты изготовлены из сталей 42CrMo4, 4140 и SCM 435 и не соответствуют по химическому составу стали 20X2HМТРБ, рекомендуемой ГОСТ Р 52643-2006.

<sup>3)</sup> Болты изготовлены из стали, близкой по составу к стали 40Х, дополнительно содержит В 0,003%, Ti 0,032–0,043%, V 0,010%.

<sup>4)</sup> Болты изготовлены фирмой SUNNY BEAM TRADING CO. LTD (Китай)

<sup>5)</sup> В вершине резьбы некоторых болтов выявлены микротрещины протяженностью до 0,2 мм.

<sup>6)</sup> Величина временного сопротивления болтов превышает регламентированное значение на 196 МПа.

<sup>7)</sup> В партии представлены болты из стали типа 30ХГТ.



В исследованные партии болтов включены болты, в которых не были обнаружены трещины, окалина, ржавчина, заусенцы, вмятины и забои на резьбе. Эти требования к внешней поверхности болтов соответствуют требованиям ГОСТ Р 52643-2006. В табл. 1 также представлены результаты оценки механических свойств болтов, которые должны быть обеспечены при приемочных испытаниях. Для болтов, имеющих защитное покрытие, представлены данные по толщине цинкового покрытия.

Как видно из табл. 1, для большинства поставляемых партий болтов с покрытием и без покрытия механические свойства болтов удовлетворяют требованиям ГОСТ Р 52643-2006. Однако есть случаи несоответствия по одному или нескольким показателям механических свойств.

При этом возможна ситуация, когда болты имеют удовлетворительные характеристики по всему комплексу разрушающих испытаний и коэффициенту закручивания, однако не удовлетворяют нормативным значениям твердости (см. строка 2 табл. 1 болты М27х90, класс прочности 12.9).

После монтажа в металлоконструкции эти болты обнаружили склонность к хрупкому разрушению в течение последующих 2–5 дней. Нередки случаи, когда разрушения наблюдаются спустя 4–15 дней после затяжки болтов. Фрактографический анализ изломов в зоне стабильного роста трещины показал, что доля межзеренного разрушения достигает 37,2%.

Последнее указывает на развитие в болтах М27х90 замедленного хрупкого разрушения.

Исследования позволили сделать вывод, что причиной преждевременного разрушения явился отпуск в диапазоне необратимой отпускной хрупкости 350–380 °С. С этим согласуется завышенное значение твердости стали до 460HV против 435HV по ГОСТ Р 52627-2006 (до 01.01.08 ГОСТ 1759.4) для болтов класса прочности 12.9.

Химический анализ металла болтов, испытавших замедленное хрупкое разрушение, показал, что они изготовлены из сталей 42CrMo4, 4140 и SCM435, то есть не соответствуют по химическому составу стали 20Х2НМТРБ, рекомендованной ГОСТ Р 52643-2006 для болтов класса прочности 12.9. Указанный ГОСТ не запрещает использование других сталей, однако предусматривает выполнение дополнительных требований по стойкости к замедленному хрупкому разрушению и трещиностойкости.

Рассмотренный выше случай преждевременного хрупкого разрушения болтов в смонтированных конструкциях подтверждает обоснованность таких требований.

Как видно из табл. 1, по механическим свойствам исследованные высокопрочные болты в основном соответствуют требованиям ГОСТ Р 52643-2006, однако в некоторых случаях эти болты имеют неполное соответствие по одной или нескольким характеристикам механических свойств.

Аналогичная картина свойственна и для высокопрочных гаек (табл. 2). Как видно из табл. 2, все исследованные партии гаек по химическому составу и твердости соответствуют требованиям ГОСТ Р 52643-2006.

Таблица 2. Результаты испытания гаек

Размер гайки	Маркировка	Класс прочности	Толщина цинкового покрытия, мкм	Хим. состав	Твердость	Пробная нагрузка	Примечания
M20	HV 10	10	20,0	н	+	+	
M16	8	10	61,0	н	+	+	
M20	SKAB.10	10	без покрытия	+	+	+	
M24	<sup>1)</sup>	10	без покрытия	+	+	н	<sup>3)</sup>
M27	<sup>1)</sup>	10	без покрытия	+	+	н	<sup>3)</sup>
M30	<sup>1)</sup>	10	без покрытия	+	+	н	<sup>3)</sup>
M16 <sup>2)</sup>	(P) 257 HV 10	10	без покрытия	+	+	+	
M36 <sup>2)</sup>	(P) 025 HV 10	10	без покрытия	+	+	+	
M16 <sup>2)</sup>	(P) 111 HV 10	10	126,0	+	н	+	
M36 <sup>2)</sup>	(P) 002 HV 10	10	83,0	+	н	+	
M27	12.9	12	без покрытия	+	+	+	

Обозначения: «+» – удовлетворяет; «н» – не определен; «-» – не удовлетворяет требованиям ГОСТа 52643-2006 (ГОСТ 22354-77).

Примечания.

<sup>1)</sup> Гайки имели маркировку, которая указывала на хладостойкое исполнение. Поскольку по результатам контроля качества гаек их производство прекращено, то маркировка фирмы не приводится.

<sup>2)</sup> Изготовлены фирмой PEINER Umformtechnik GmbH (Германия).

<sup>3)</sup> Кольцевые и продольные трещины на опорных поверхностях.

Однако наблюдаются случаи некачественного изготовления гаек, например выявляются кольцевые и продольные трещины на опорных поверхностях гаек.

При металлографическом контроле на опорной поверхности гаек М24, М27 и М30 были выявлены продольные трещины глубиной до 0,15 мм, образующие в зоне клейма сложную траекторию, и подповерхностные трещины размером 0,25 x 0,15 мм.

Кольцевые трещины глубиной до 0,20 мм, также обнаруженные на опорной поверхности гаек, располагаются под углом 45° к опорной поверхности. По результатам контроля качества гаек их производство фирмой было прекращено.

На остальных исследованных партиях импортных гаек при визуальном контроле недопустимых дефектов поверхностей: трещин сдвига, трещин от рисков, следов от инструмента, раскаты пузырей, повреждений резьбы в соответствии с ГОСТом 1759.3-82 – не выявлено.

Следует отметить, что для всех исследованных партий болтов с гайками и шайбами, имеющими горячее цинковое покрытие, коэффициент закручивания  $K_z$  варьировался в интервале от 0,13 до 0,18, что отвечает требованиям ГОСТ Р 52643-2006 (0,11  $K_z$  0,20).

Для партий крепежа без цинкового покрытия коэффициент закручивания варьировался в интервале 0,14–0,17, что также соответствует требованиям нового ГОСТ Р 52643-2006 (0,14  $K_z$  0,20).

В целом, характеризуя исследуемые партии крепежа, следует выделить по качеству продукцию, изготовленную фирмой PEINER Umformtechnik GmbH (Германия).

Обладая высоким комплексом механических свойств, болты и гайки имеют горячее цинковое покрытие толщиной 45–126 мкм (табл. 1 и табл. 2).

Горячее цинковое покрытие равномерно покрывает выступы и основания зубьев резьбовой части высокопрочных болтов (рис. 1 а, б).

Микроструктура покрытий болтов и гаек М36 показана на рис. 2. На границе раздела покрытие–матрица болтов и гаек не выявлено каких-либо дефектов.

Срок действия защитного цинкового покрытия существенно зависит от степени агрессивности среды, в которой эксплуатируется конструкция (рис. 3). Даже в условиях морской и промышленной среды срок надежной эксплуатации болтовых соединений при толщине цинкового покрытия 50 мкм составляет 10–15 лет, а в городской среде – свыше 20 лет.

Литература

1. ГОСТ Р 52643-2006. Болты и гайки высокопрочные и шайбы для металлических конструкций.
2. Горицкий В. М., Хромов Д. П. Качество стали болтовых соединений объектов, проектируемых и возводимых зарубежными фирмами // «Промышленное и гражданское строительство», 2000, №5, с. 44-45.

Профиль резьбы болтов М16 и М36 с покрытием производства «PEINER Umformtechnik GmbH» (Германия)

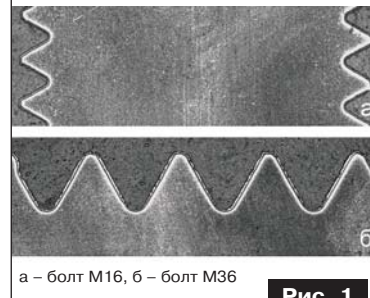


Рис. 1

Строение покрытия на болтах М16 и М36 производства «PEINER Umformtechnik GmbH» (Германия)

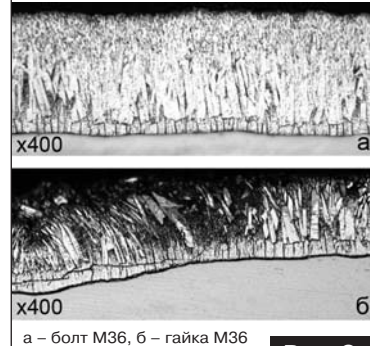
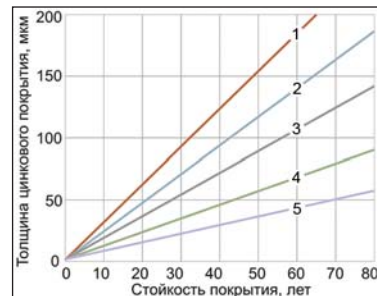


Рис. 2



Зависимость срока действия защитного цинкового покрытия в различной атмосфере от его толщины

- Условные обозначения:
- 1 – промышленный воздух;
  - 2 – морской воздух;
  - 3 – городской воздух;
  - 4 – сельский воздух;
  - 5 – воздух внутри помещений

**КРЕПЕЖ** МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ

- БОЛТЫ – 11 видов
- ГАЙКИ – 20 видов
- ВИНТЫ – 20 видов
- ШАЙБЫ – 10 видов

СТРОИТЕЛЬНЫЙ

- ЗАКЛЕПКИ – 12 видов  
в том числе крашенные по RAL: ●●●●●●●●●●●●
- САМОРЕЗЫ – 14 видов  
кровельные, в том числе крашенные по RAL: ●●●●●●●●●●●●●●
- для сэндвич панелей

- ШПИЛЬКА – 7 видов
- ДЮБЕЛИ – 9 видов
- АНКЕРА – 10 видов
- ШПЛИНТЫ – 2 вида

- ШТИФТЫ
- ТАКЕЛАЖ
- КАБЕЛЬНЫЕ СТЯЖКИ



МЕБЕЛЬНЫЙ КРЕПЕЖ

НЕРЖАВЕЮЩИЙ А2/А4

СТРОИТЕЛЬНАЯ ХИМИЯ

герметики, клеи, ленты, пены, хим. фиксаторы для резьбовых соединений

**BOLT.RU**

(495) 739-06-86

(495) 775-42-05

www.bolt.ru

e-mail: post@bolt.ru



**КРЕПЕЖ**  
класс прочности – 5.8 – 8.8 – 10.9 – 12.9