

Агеев В.С., генеральный директор  
ООО «Научно-производственный центр мостов»

## РАЗРАБОТКА СТАНДАРТОВ НА КОМПЛЕКТЫ ВЫСОКОПРОЧНОГО КРЕПЕЖА

Целью стандартизации является безусловная взаимозаменяемость изделий, изготовленных по одному стандарту разными производителями. Однако применительно к высокопрочному крепежу это правило зачастую не срабатывало. Высокопрочные болты, гайки и шайбы, изготовленные разными производителями, соответствовали стандарту по своим механическим характеристикам, но в различном сочетании показывали большой разброс важной технологической характеристики — коэффициента закручивания\*

(к-фактора). Это вынуждало в различных ведомственных инструкциях запрещать комплектацию высокопрочных болтов гайками (и иногда даже шайбами) от разных производителей.

В нашей стране первым шагом к комплектной поставке высокопрочных болтов, гаек и шайб явился разработанный ООО «Научно-производственный центр мостов» (НПЦ мостов) для НПО «Мостовик» стандарт организации СТО 23735833-001-2008 «Комплекты высокопрочных болтов, гаек и шайб к ним для стальных конструкций мостов. Технические требования». Данный документ сформулировал правила формирования и приёмки партий болтокомплектов. Стандарт организации опирался на положения ГОСТ Р 52643-2006—ГОСТ Р 52646-2006\*\* и ужесточал требования национальных стандартов в части обеспечения стабильности коэффициента



закручивания в пределах каждой партии болтокомплектов на основании ограничения среднеквадратичного отклонения результатов приёмочных испытаний.

В этот же период в Европейском сообществе была введена в действие серия стандартов EN 14399-1—EN 14399-6 на высокопрочные болтовые комплекты с контролируемым натяжением. Само название серии стандартов свидетельствует об изменении объекта стандарти-

зации, о переходе от стандартизации отдельного изделия к формулированию общих требований к группе изделий, используемых в комплекте.

Строительство крупных объектов транспортной инфраструктуры на Дальнем востоке, в Сочи и Санкт-Петербурге дали обширный материал для анализа качества изготовления, реалий комплектования и практики применения высокопрочного крепежа. По ряду причин федеральным заказчикам пришлось специальными распоряжениями ограничить комплектацию на строительном объекте высокопрочного крепежа от разных производителей. Но эти инструкции не смогли повлиять на скрытую от глаз заказчиков кооперацию производителей крепежа. Поэтому лишь на часть объектов поступал крепёж, укомплектованный одним производителем. Всё это, в условиях действия в отрасли

\* В ГОСТ Р ИСО 16047-2009 этот коэффициент называется коэффициентом крутящего момента К (К-фактор) — примечание редактора.

\*\* ГОСТ Р 52643-2006 Болты и гайки высокопрочные и шайбы для металлических конструкций. Общие технические условия.

ГОСТ Р 52644-2006 (ИСО 7411:1984) Болты высокопрочные с шестигранной головкой с увеличенным размером под ключ для металлических конструкций. Технические условия.

ГОСТ Р 52645-2006 (ИСО 4775:1984) Гайки высокопрочные шестигранные с увеличенным размером под ключ для металлических конструкций. Технические условия.

ГОСТ Р 52646-2006 (ИСО 7415:1984) Шайбы к высокопрочным болтам для металлических конструкций. Технические условия.

устаревших нормативных документов по устройству фрикционных соединений на высокопрочных болтах и при отсутствии серийно выпускаемого оборудования для контроля коэффициента закручивания, создавало на объектах немало проблем.

Положительный опыт применения высокопрочного крепежа российских производителей, не допускающих смешивания собственного крепежа скупаемыми на других предприятиях изделиями для комплектации болтокомплекта, свидетельствовал о необходимости изменения нормативного регулирования в этой области и возможности улучшения за счёт этого ситуации в потребляющей отрасли. Европейские стандарты серии EN 14399 являются хорошим примером для решения данной проблемы.

Следует отметить, что в соседних государствах, в Республике Беларусь и в Украине, переводы серии стандартов EN 14399-1–EP14399-6 уже применяются в национальной стандартизации. Однако анализ европейских стандартов показал, что их прямое использование в российской экономике нецелесообразно из-за полного отсутствия в них правил приёмочного контроля продукции, а также необходимости введения ряда положений ГОСТ Р 52643-2006 – ГОСТ Р 52646-2006.

Необходимость изменения нормативной документации на высокопрочный крепёж была рассмотрена Техническим комитетом Росстандарта № 229 «Крепежные изделия», и такая работа была включена в план стандартизации на 2012 год. НПЦ мостов подготовил перевод европейских стандартов и на их основе разработал первую редакцию шести межгосударственных стандартов, которые сегодня вынесены на открытое обсуждение. Серия стандартов подготовлена к обсуждению специалистами НПЦ мостов, являющимися авторами ГОСТ Р 52643 – ГОСТ Р 52646.

Структура серии межгосударственных стандартов повторяет структуру серии европейских стандартов:

1. ГОСТ «Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Общие требования»

2. ГОСТ «Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Испытание на предварительное натяжение»

3. ГОСТ «Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Система HR — комплекты шестигранных болтов и гаек»

4. ГОСТ «Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Система HV — комплекты шестигранных болтов и гаек»

5. ГОСТ «Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Плоские шайбы»

6. ГОСТ «Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Плоские шайбы с фаской»

Структура всех разработанных стандартов повторяет структуру исходных документов. Однако все стандарты в большей или меньшей степени модифицированы по отношению к зарубежным аналогам для учёта особенностей национальной нормативной документации и экономики. Изменения, внесённые в исходный текст европейских стандартов, подробно рассмотрены и аргументированы в Пояснительных записках к каждому стандарту серии, которые размещены на вышеуказанных сайтах вместе с текстом стандартов. Поэтому в данной статье целесообразно рассмотреть лишь наиболее принципиальные вопросы, возникшие при разработке первой редакции межгосударственных стандартов, на которые при обсуждении следует обратить особое внимание.

**ГОСТ «Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Общие требования»** содержит технические требования к допускаемым отклонениям размеров крепежа; перечни механических и технологических свойств, видов испытаний и критерии оценки этих свойств; правила контроля качества на разных стадиях производства. Стандарт разработан на основе текста EN 14399-1, дополненного положениями ГОСТ Р 52643-2006 (с изм. № 1).

Наиболее важным дополнением явилось введение в стандарт раздела «Приёмочный контроль», который отсутствовал в тексте EN 14399-1, так же как и отсутствовало в тексте понятие «контролируемой партии». В вопросе обеспечения и контроля качества продукции европейские стандарты, принятые после 2005 года, опираются на систему заводского производственного контроля. Но производственные традиции в экономиках стран Евразийского союза, для которых разработан данный стандарт, видят приёмочный контроль в качестве основного этапа проверки качества продукции перед отправкой потребителю. Кроме того, в Российской Федерации действуют национальные стандарты ГОСТ Р ИСО 16426-2009 «Изделия крепежные. Система обеспечения качества» и ГОСТ Р ИСО 3629-2009 «Изделия крепежные. Приёмочный контроль», которые закрепляют на нормативном уровне процедуру приёмочного контроля на основе выборочного контроля по альтернативному признаку. В отличие от ГОСТ Р 52643, в рассматриваемом стандарте размер партии исчисляется не в весовых характеристиках изделий, а определяется их количеством в партии, что соответствует ГОСТ Р ИСО 2859-1-2006 и ГОСТ Р 50779.72-99 (ИСО 2859-2-85). В остальном правила определения объёма выборки не изменились.

Анализ действующей в России нормативной документации на крепёжные изделия привёл к неожиданному выводу об отсутствии в основополагающих стандартах указаний по правилам оформления документа о качестве на партии крепежа. Поэтому в рассматриваемый стандарт включён раздел «Документ о качестве».

Решения по ряду положений рассматриваемого стандарта были приняты на основании следующих рассуждений.

1. Исходный текст ЕН 14399-1 содержит требования, определяющие технологию изготовления болтов и гаек, а именно:

- Нанесение горячего цинкового покрытия на гайки до образования резьбы (п. 4.4.2).
- Образование резьбы на болтах накаткой (п. 4.4.3).

Исходя из правила, гласящего, что стандарт не должен ограничивать производителя в выборе технологии для обеспечения поставленного стандартом требования, авторами были предложены следующие решения:

- Придать требованию о нанесении цинкового покрытия на гайки, которое впоследствии удаляется из отверстия при нарезке резьбы, рекомендательный характер, поскольку существуют иные последовательности технологических операций. В стандарте предусмотрен класс болтокомплектов\*, к которому не предъявляются требования по величине коэффициента закручивания (класс k0), что делает несущественным последовательность нанесения покрытия и образования резьбы.

- Сохранить в стандарте требование об образовании резьбы на болтах накаткой, несмотря на то, что это противоречит вышеизложенному правилу и ограничивает производителя в выборе технологий при изготовлении единичных и мелких партий крепежа. С другой стороны, накатка резьбы обеспечивает значительно большую прочность резьбы, её точность и чистоту поверхности, что благоприятно влияет на прочность болтокомплекта при статических и переменных нагрузках, а также на стабильность коэффициента закручивания болтокомплекта. Поэтому при обсуждении данного вопроса возможны различные варианты решения (например, регламентация технологии образования резьбы для болтов класса k1 и k2), которые должны учесть все аспекты проблемы.

2. В разделе, устанавливающем требования к защитным покрытиям на крепеже, внесено два важных, на наш взгляд, дополнения.

В первой редакции стандарта сформулирован принцип назначения предельной толщины покрытия на резьбе. Согласно ему, предельная толщина покрытия должна выбираться из условия обеспечения гарантированной величины зазора между профилем резьбы болта и гайки, не менее значения «es — верхнего отклонения диаметров наружной резьбы» по ГОСТ 16093. Конкретная толщина покрытия, заказанная потребителем, должна определяться стандартом на указанное покрытие

\*Болтокомплекты изготавливают в соответствии с требованиями для одного из классов коэффициента закручивания k, указанными в таблице 6 ГОСТа «Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Общие требования».

(исходя, например, из долговечности защитных свойств покрытия).

Второе дополнение, по нашему мнению, может вызвать дискуссию. ГОСТ Р ИСО 16426-2009 содержит понятие «продавца-переработчика», к которому переходят обязанности изготовителя в случае внесения в изделия каких-либо изменений, например, нанесение на болтокомплект покрытия. Предложенная в стандарте формулировка, по мнению авторов, не снимает с изготовителя болтокомплекта ответственность за всю совокупность механических и технологических свойств крепёжных изделий, входящих в болтокомплект, независимо от того, когда и кто выполнил какие-либо технологические операции переработки. Поэтому производители и потребители крепежа должны высказаться по вопросу определения субъекта материальной ответственности за конечное качество болтокомплектов.

**ГОСТ «Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Испытание на предварительное натяжение»** является новым для российской практики стандартом. Стандарт содержит правила проведения испытаний болтокомплектов с целью определения коэффициента закручивания при различных видах затяжки болтов, контролируемой: по углу поворота гайки, по величине крутящего момента или по величине удлинения болта. Указанные виды затяжки болтов применяются в различных отраслях промышленности, что делает этот стандарт универсальным документом и давно ожидаемым производителями и потребителями крепежа.

**ГОСТ «Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Система HR — комплекты шестигранных болтов и гаек» и ГОСТ «Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Система HV — комплекты шестигранных болтов и гаек»** устанавливают конструктивные и технические требования к болтам и гайкам двух широко используемых в Европе систем крепежа.

Особенностью, отличающей одну систему от другой, является достижение податливости «системы болта» либо за счёт преимущественной пластической деформации тела болта (система HR), либо за счёт преимущественной пластической деформации резьбового соединения «болт — гайка» (система HV). В рассматриваемых системах переход от пластической деформации одного участка болта (тела болта) к другому (резьбовая часть болта) регулируется высотой гайки («длиной свинчивания»). В системе HR высота гайки принята равной, в среднем, 0,85 диаметра резьбы, что соответствует высоте гайки исполнения 2 по ГОСТ Р 52643. В системе HV гайка ниже, и её высота равна 0,8 диаметра резьбы. Таким образом в европейской стандартизации исключены гайки с высотой равной

диаметру резьбы (исполнение 1 по ГОСТ Р 52643). Это повышает экономичность болтокомплектов, поскольку опыт применения высокопрочного крепежа в нашей стране подтверждает равнопрочность болтокомплекта с гайкой высотой 0,85 диаметра резьбы. Несомненно и то, что высота гайки 0,8 диаметра резьбы также обеспечивает равнопрочность болтокомплекта. Это достигается тем, что величина пробной нагрузки для гаек принята на верхнем пределе прочности болта (напряжение от пробной нагрузки 1245 Н/мм<sup>2</sup> для гаек класса прочности 10). В рассматриваемых стандартах на обеспечение прочности резьбы также направлено требование контроля обезуглероживания резьбы гаек. Таким образом, при превышении усилия затяжки в болте на монтаже должно произойти разрушение болта (в системе HR) или срез резьбы (в системе HV), что обеспечит своевременное выявление повреждения до начала эксплуатации соединения.

Повышение податливости тела болта является способом уменьшения переменных напряжений в болте при действии на болтовое соединение динамических нагрузок. Поэтому использование болтокомплектов системы HR или болтов с редуцированным телом в таких соединениях оказывается предпочтительным.

Рассмотренные в этой статье особенности лишь раскрывают природу различий в рассматриваемых

системах болтокомплектов и не являются рекомендациями к их применению в тех или иных конструкциях. Подобные указания должны быть предметом рассмотрения отраслевой нормативной документации.

**ГОСТ «Высокопрочные конструкционные болтовые комплекты для предварительного натяжения. Шайбы плоские» и ГОСТ «Высокопрочные конструкционные болтовые комплекты для предварительного натяжения. Шайбы плоские с фаской»** устанавливают конструктивные и технические требования на шайбы для болтокомплектов. Применение плоских шайб под гайкой болтокомплекта и плоских шайб с фаской под головкой болта снимает многие проблемы, наблюдаемые при сборке болтовых соединений. Наличие фаски на шайбе под головкой болта исключает неплотное опирание головки на шайбу из-за несоответствия радиуса перехода под головкой болта и диаметра отверстия в шайбе. Использование под гайкой шайбы без фаски обеспечивает достаточную площадь опирания, по которой скользит гайка при затяжке. Величина площади опирания существенно влияет на фактическую величину коэффициента закручивания, поскольку в металле возникают значительные контактные напряжения при усилии натяжения болта, равном 70% величины номинального временного сопротивления.

Конструктивные параметры шайб и указания по способу их применения в болтокомплекте позволили снизить твёрдость шайб без существенного влияния на коэффициент закручивания, что было подтверждено испытанием опытной партии шайб.

В европейских стандартах EN 14399-1–EN 14399-6 предусмотрен единственный вид защитного покрытия — горячее цинковое покрытие. Наряду с этим покрытием в рассматриваемых стандартах отдельно выделены термодиффузионные и ламельные покрытия, широко применяемые в России на высокопрочном крепеже, а также производителю и потребителю дана возможность выбрать иные виды покрытий, которые используются или могут быть использованы при обеспечении всех требований к крепёжным изделиям.

При разработке серии стандартов, предложенных к обсуждению, авторский коллектив стремился закрепить в нормативных документах современный уровень развития производства крепёжных изделий и сделать документы открытыми для использования производителями любых инновационных решений, направленных на совершенствование продукции. Поэтому хотелось бы, чтобы читатели проекта стандартов оценивали рассматриваемые документы и с этой точки зрения. Все замечания и предложения по содержанию стандартов мы просим присылать разработчикам проекта стандартов по адресу, указанному на сайте [www.npcmostov.ru](http://www.npcmostov.ru), где размещены тексты документов и пояснительные записки к ним.

## Приглашаем к обсуждению проектов стандартов на болтокомплекты высокопрочного крепежа

«Научно-производственный Центр мостов» (НПЦ мостов) разработал проекты межгосударственных стандартов на «Болтокомплекты высокопрочные...». Обсуждение проектов этих стандартов проводится до 31.01.2013 г.

С новостной страницы «Болтокомплекты высокопрочного крепежа будут стандартизованы» сайта журнала [www.fastinfo.ru](http://www.fastinfo.ru) вы можете скачать предназначенные для обсуждения тексты первой редакции стандартов и пояснительные записки к ним.

**Ваши замечания и предложения по содержанию документов, изложенные в форме «Свод замечаний», присылайте в НПЦ мостов по факсу: (812) 3216680 или по электронной почте на адрес: [info@npcmostov.ru](mailto:info@npcmostov.ru)**