

Оптимальная надежность:  
прокладка головки блока цилиндров и болты ГБЦ из одних рук



ДЕЛИМСЯ ОПЫТОМ

# Болты головки блока цилиндров

и всё об их монтаже



Das Original

Надежность – понятие нерастяжимое



*Нужные вещи для обеспечения оптимальной надежности*

## Elring выводит сервис на новый уровень

Технически грамотный ремонт двигателей современного поколения требует для обеспечения надежного герметичного соединения головки блока цилиндров с блоком цилиндров замены обоих компонентов: прокладки ГБЦ и болтов для нее.

Фирма Elring разработала новую комплексную программу болтов для головок блока цилиндров. С ее помощью Вы сэкономите время и деньги. Все, что требуется, теперь можно получить из одних рук: и прокладку головки блока цилиндров, и подходящий комплект болтов для нее. При этом:

- они выпускаются почти для всех легковых и грузовых автомобилей (см. новый каталог болтов головки блока цилиндров),
- проходят строжайший контроль качества,
- в комплекты входит все, что требуется для ремонта,
- они упакованы в специальную коробку, защищающую резьбу от повреждений,
- удобно и быстро,
- непосредственно от изготовителя прокладок.



**Болты головки блока цилиндров выпускаются для следующих марок автомобилей:**

Alfa Romeo | Audi | BMW | Citroën | Daewoo | Deutz | Fiat | Ford | Honda | Hyundai | Isuzu | Iveco | Kia | Lada | Land Rover | Lancia | MAN | Mazda | Mercedes-Benz (легковые и грузовые автомобили) | Mitsubishi | Nissan | Opel | Peugeot | Renault | Rover | Saab | Scania | Seat | Škoda | Ssangyong | Suzuki | Talbot | Toyota | Vauxhall | Volkswagen | Volvo (легковые и грузовые автомобили)

### Содержание брошюры

«Болты головки блока цилиндров и всё об их монтаже»

|                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| 1. Затяжка головки блока цилиндров | стр. 4  |
| 2. Функция                         | стр. 6  |
| 3. Типы болтов                     | стр. 8  |
| 4. Методика затяжки                | стр. 10 |
| 5. Технически правильный ремонт    | стр. 13 |
| 6. Проверка качества               | стр. 14 |
| 7. Технические характеристики      | стр. 16 |
| 8. Упаковка                        | стр. 17 |

## 1. Затяжка головки блока цилиндров

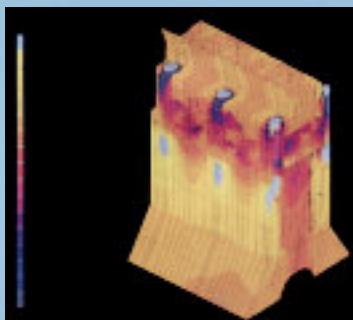
### *Затягивайте надежно*

Методы фиксации головки блока цилиндров, не требующие дозатяжки болтов, стали в настоящее время обычным стандартом в моторостроении. В их пользу говорят и технические, и экономические основания в производстве двигателей и при монтаже при проведении ремонта:

- равномерно высокий уровень усилия на всех болтах,
- надежно функционирующее уплотнительное соединение,
- экономия расходов.

Чтобы не потребовалось дополнительного подтягивания болтов и одновременно можно было обеспечить надежную затяжку головки блока цилиндров, надо чтобы детали и узлы герметичного сочленения «ГБЦ – прокладка – блок» уже на стадии разработки соответствовали друг другу.

Таким образом болт головки блока цилиндров своим конструктивным исполнением, а также качеством материала вносит свой существенный вклад в обеспечение надежности уплотнения этого сочленения.



*Так выглядят напряжения на растяжение и на сжатие в герметичном сочленении «ГБЦ – прокладка – блок», увидеть их помогает метод конечных элементов.*





Das Original



Герметичное сочленение «ГБЦ – прокладка – блок»

Болт головки блока цилиндров

Головка цилиндров

Прокладка головки блока цилиндров

Блок цилиндров

Гильза цилиндра  
(в зависимости от конструкции двигателя)

## 2. Функция



## Эффективные усилия

Болты головки блока цилиндров представляют собой конструктивные элементы для герметизации сочленения «ГБЦ – прокладка – блок», которые создают необходимое усилие сжатия и передают его на узлы двигателя. Для этого болты следует завинчивать в соответствии с точно определенным методом и очередностью затяжки (см. раздел 4).

Прокладка головки блока цилиндров может только распределять общее усилие, прилагаемое к ней, на разные участки, которые надо загерметизировать (газовая, водяная и масляная среды). Это называют удельным распределением сжатия уплотнения.

В связи с этим действует следующее правило: общее усилие, создаваемое болтами головки блока цилиндров, а также его равномерное распределение по всему уплотняемому узлу является существенным условием для того, чтобы прокладка головки блока цилиндров выполняла свою функцию.

Современные двигатели имеют уменьшенную массу и облегченную конструкцию, с этим связаны:

- повышенные величины максимального давления цикла (до 220 бар),
- возрастающая подвижность узлов двигателя относительно друг друга,
- уменьшенная жесткость двигателя и увеличившееся термическое расширение деталей в связи с использованием блоков из алюминия и магния,
- необходимость уменьшения деформации цилиндров и головки блока цилиндров (это называют уменьшением усилия свинчивания).

Для того, чтобы справиться с такими условиями, болтам головки блока цилиндров, используемым в моторостроении, за последние десятилетия тоже пришлось пережить серьезные изменения. Ведь их свойства должны полностью соответствовать «требованиям» двигателей.

Наряду с улучшенными материалами и технологиями изготовления болтов серьезнейшие изменения были сделаны:

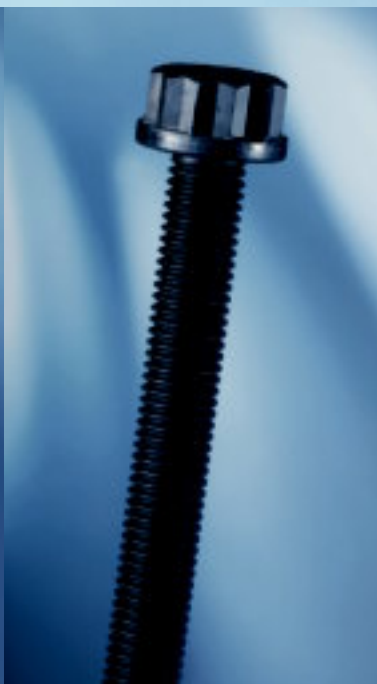
- в отношении конструкции болтов (см. раздел 3),
- в отношении метода затяжки (см. раздел 4).

А помимо этого были проведены разработки, нацеленные на улучшение условий трения за счет нанесения на поверхности болтов специальных покрытий.

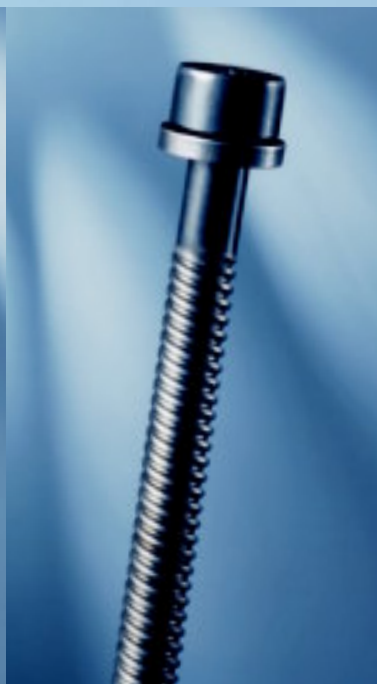
### 3. Типы болтов



*б) Болты с накатанной короткой резьбой*



*б) Болты с накатанной длинной резьбой*



*в) Болты с растягивающейся (компенсационной) спиральной резьбой*



*г) Болты с растягивающимся (компенсационным) стержнем*

#### **Новые типы болтов головки блока цилиндров: первоклассный выбор для двигателей облегченной конструкции**

Конструкции облегченного типа, такие, у которых

- головка блока цилиндров из алюминия и блок из серого чугуна или
  - головка блока цилиндров и блок из алюминия,
- демонстрируют при термическом расширении иное поведение в отношении стальных болтов головки блока цилиндров. Термическое расширение деталей двигателя, изготовленных из алюминия, примерно в два раза больше, чем у болтов ГБЦ.

Использование материалов, пригодных для изготовления компонентов двигателей облегченной конструкции, и измененные методики затяжки (см. раздел 4) стали причиной того, что на двигателях современной конструкции находят применение прежде всего болты для затяжки головки блока цилиндров следующей геометрии:

#### **Болты с накатанным стержнем**

Используются прежде всего в двигателях легковых автомобилей. Такие болты характеризуются наличием резьбы, которая накатывается на стержень. Болт больше не подвергается обработке со снятием стружки. Свойства таких болтов с длинной резьбой по эластичности очень близки свойствам болтов с растягивающимся (компенсационным) стержнем, которые приходится подвергать доработке на металлообрабатывающих станках. Поэтому такие болты иногда называют более дешевым вариантом болтов с растягивающимся (компенсационным) стержнем.

#### **а) Болты с накатанной короткой резьбой**

У этих болтов резьба накатывается только до максимальной глубины ввертывания. Верхняя часть резьбы при этом принимает на себя бóльшие усилия и из-за этого подвергается пластичной деформации, которая чаще всего не исчезает.

#### **б) Болты с накатанной длинной резьбой**

У этих болтов очень длинная резьбовая часть, которая зачастую доходит почти до головки болта. В этой зоне происходит эластичное и пластичное

удлинение болта при затяжке и при вводе двигателя в эксплуатацию. Модификация болта с длинной резьбой повышает эластичность, обеспечивает равномерное напряжение вдоль стержня и придает болту достаточную способность к пластичной деформации. А это гарантирует длительную выносливость всего уплотненного сочленения «ГБЦ – прокладка – блок».

#### **в) Болты с растягивающейся (компенсационной) спиральной резьбой**

Это – болты, на стержень которых методом вальцовки накатывается одно- или многоходовая резьба, образующая своего рода «растягивающую спираль». Эта спираль повышает у болтов эластичность и обеспечивает равномерное распределение напряжения. Эластичная податливость таких болтов зависит от диаметра ядра выбранного профиля растягивающейся спирали: чем меньше этот диаметр, тем больше характеристика приближается к параметрам болта с растягивающимся стержнем.

#### **г) Болты с растягивающимся (компенсационным) стержнем**

Болты этой модификации часто используются в двигателях грузовых автомобилей. Они характеризуются утончением стержня от резьбы до участка, немного не достигающего до головки болта. Благодаря меньшему сечению по сравнению с болтами, стержень у которых «полномасштабный», достигается большая эластичная и пластичная податливость. Пластичное удлинение, важное для ремонта, происходит в неввернутой, меньшей по диаметру части болта.

## 4. Методика затяжки

### Маленькие хитрости для большей надежности

В сотрудничестве с производителями двигателей и другими субпоставщиками автомобильной промышленности были проведены многочисленные исследовательские программы и разработки для того, чтобы улучшить компоненты двигателей и технологий. Были разработаны:

- прокладки головки блока цилиндров «Металлофлекс» с высоким уплотнительным потенциалом и уменьшенной усадкой,
- болты головки блока цилиндров с особой характеристикой пластичной деформации (см. раздел 3),
- новая методика затяжки для болтов головки блока цилиндров (см. разделы 4.2 и 4.3).

Они обеспечивают существенно лучшую герметизацию соединений, гарантируют их надежность, также и при длительном режиме эксплуатации.

### 4.1 Затяжка болта с усилием крутящего момента

Раньше болты головки блока цилиндров затягивались с точно определенным крутящим моментом за несколько этапов в зоне эластичного растяжения материала болта (см. диаграмму в левом нижнем углу).

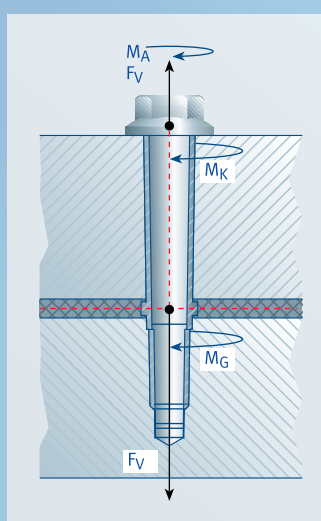
**Недостатки затяжки с усилием крутящего момента:**

1. При приложении крутящего момента  $M_D$  возникают колебания силы предварительной затяжки  $F_V$ , составляющие  $\pm 20\%$ , вследствие различных моментов силы трения на головке болта ( $M_K$ ) и на резьбе ( $M_G$ ) (см. рис. внизу справа). Добиться равномерного распределения прижатия по всему уплотняемому сочленению, используя этот метод, было невозможно.

2. В результате холодноэластических процессов усадки прокладок из мягких материалов после установки (= потеря усилия предварительной затяжки), да и дальнейшего уменьшения усилия при работе двигателя приходилось по истечении определенного периода эксплуатации двигателя производить дозатяжку болтов. Но и дозатяжка вовсе не устраняла разброс сил, создаваемых болтами.



Эластичная затяжка болта



Силы и моменты при затяжке



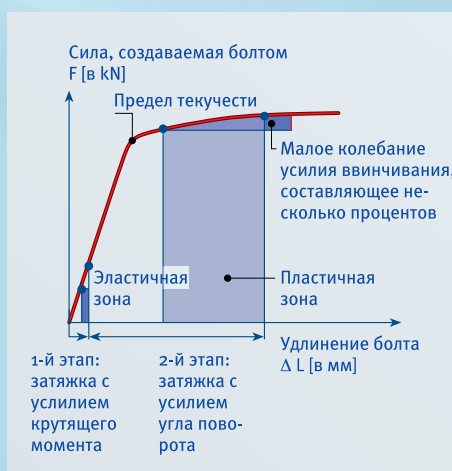
*Затяжка болта головки блока цилиндров с помощью диска угла поворота*

## 4.2 Затяжка болтов с крутящим моментом и углом поворота у нового поколения двигателей

При этом новом методе болт ГБЦ не только получает эластичное растяжение, но и пластичное удлинение. А это даёт существенные преимущества по сравнению с затяжкой болтов с усилием крутящего момента.

### Описание комбинированного метода:

При осуществлении метода затяжки с усилием крутящего момента и углом поворота болт на первом этапе затягивается с четко определенным низким крутящим моментом в эластичной зоне характеристической кривой болта (диаграмма внизу).



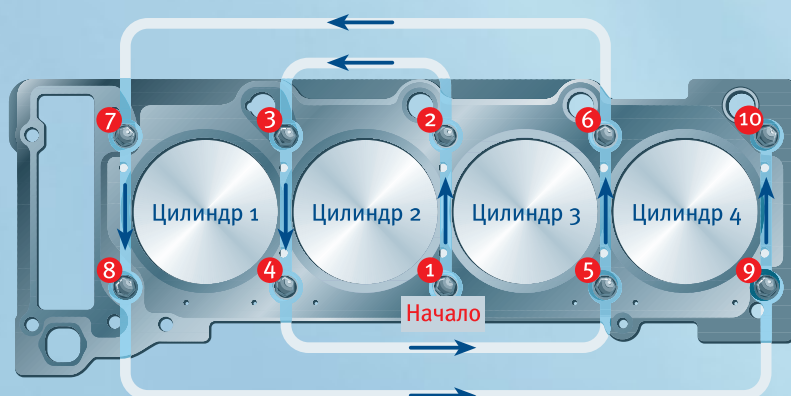
*Пластичная затяжка болта*

После затяжки с усилием крутящего момента далее болт завинчивается на определенный угол поворота. Материал, из которого изготовлен болт, при этом подвергается пластичной деформации, выходящей за предел текучести (он характеризует переход от эластичной к пластичной зоне).

### Преимущества затяжки с усилием угла поворота:

1. Этот метод затяжки может, в сочетании с новыми модификациями болтов, существенно уменьшить зону разброса сил предварительной затяжки. Приложение усилий угла поворота преобразуется не в большую силу предварительной затяжки, а только в пластичное удлинение болта. Благодаря этому достигается равномерно высокий уровень усилий затяжки всех болтов головки блока цилиндров - это важная предпосылка для герметичности всего соединения.
2. Дозатяжка болтов головки блока цилиндров не требуется. Прокладки с металлическими прокладками только способствуют этому, поскольку в этом случае возникают лишь небольшие величины усадки. Те колебания сил затяжки, которые всё ещё остаются, объясняются габаритными допусками при изготовлении болтов и допусками по прочности материала.

## 4. Методика затяжки



Очередность затяжки головки блока цилиндров (пример)

### 4.3 Очередность затяжки

Болты головки блока цилиндров (например, 1 – 10 на 4-цилиндровых двигателях, рис. вверху) следует затягивать согласно точно заданной очередности (см. инструкции изготовителя). Очередность, а также моменты и углы затяжки указываются изготовителями двигателей и прокладок, они точно соответствуют конструкции конкретных двигателей. Соответственно к каждой прокладке головки блока цилиндров и к каждому их комплекту фирма Elring прилагает инструкции по затяжке на нескольких языках с учетом специфики двигателей.

Затяжка болтов производится за несколько этапов, причем отдельные шаги могут выглядеть, например, следующим образом:

- 1-й этап: 20 Nm (т.е. болты 1 – 10 затянуть с крутящим моментом затяжки 20 Nm)
- 2-й этап: 60 Nm (т.е. болты 1 – 10 затянуть с крутящим моментом затяжки 60 Nm)
- 3-й этап: 90° (т.е. болты 1 – 10 дотянуть с углом затяжки 90°)
- 4-й этап: 90° (т.е. болты 1 – 10 еще раз затянуть с углом затяжки 90°)

В основе очередности затяжки болтов лежит следующая закономерность:

отдельные этапы при затяжке болтов всегда начнутся в середине двигателя (между цилиндром 2 и цилиндром 3 – см. пример на иллюстрации) и продолжатся спиралеобразно или крестообразно в обе стороны к наружным болтам, удаляясь от цилиндра 1 и цилиндра 4.

За счет этого обеспечивается оптимальная стяжка головки цилиндров через прокладку с блоком цилиндров.

Если же инструкции не будут соблюдены, то произойдут нежелательные перетяжки и перекосы узлов двигателя.

Следствие: нарушение герметичности сочленения «ГБЦ – прокладка – блок».

## 5. Технически правильный ремонт

**Только новые болты головки блока цилиндров обладают 100-процентной надежностью.**

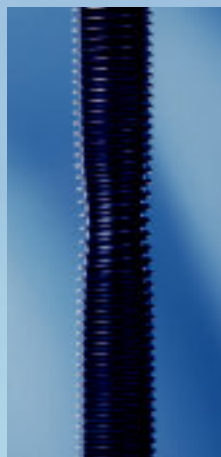
Новое поколение автомобильных двигателей имеет улучшенную концепцию герметизации, отвечающую конструкции мотора. Функция болтов головки блока цилиндров играет при этом немаловажную роль (см. разделы 1 – 4).

### Болты головки блока цилиндров

- благодаря новому методу затяжки с усилием крутящего момента плюс угла поворота (= пластичное удлинение болта), а также
  - за счет современных конструкций двигателей, например, пары алюминий- алюминий (= дополнительное пластичное удлинение во время первого прогрева двигателя)
- способны пластично удлиняться на несколько миллиметров по сравнению со своим первоначальным состоянием.

Наряду с изменением прочностных свойств и растяжимости материала болтов с удлинением болта связано также уменьшение его поперечника. При повторном использовании этого болта возникает опасность того, что уменьшенное сечение не сможет справиться с усилием, прилагаемым к болту. В результате болт может разорваться.

Исследования показали: у болта типа M10 средней прочности 10.9 нагрузка может снизиться на 10 – 15 %, если сужение диаметра

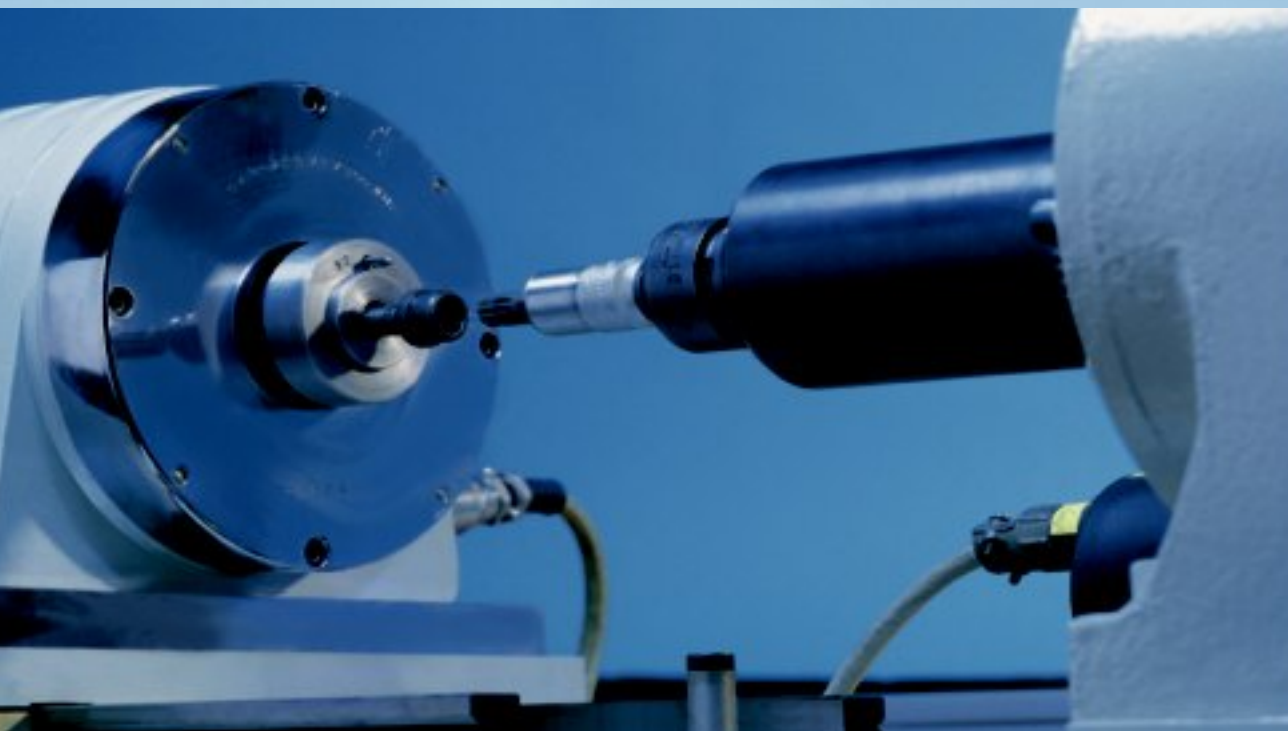


*Пластичное удлинение и уменьшение диаметра болта головки блока цилиндров*

составит всего только 0,3 мм. Это означает, что прокладка будет прижиматься с недостаточной силой, через непродолжительный период она потеряет герметичность. Помня об этом, для технически правильного ремонта сочленения «ГБЦ – прокладка – блок» следует всегда руководствоваться указаниями изготовителей двигателей и прокладок:

- использовать всегда только новые болты головки блока цилиндров и новые прокладки,
- соблюдать крутящие моменты затяжки и углы поворота,
- соблюдать очередность затяжки,
- использовать недеформированные, очищенные узлы и детали двигателя,
- монтаж должен производить только обученный персонал,
- использовать только качественный инструмент.

Только при соблюдении этих указаний можно обеспечить оптимальную затяжку и функционирующее герметичное соединение. Болты, которые уже были в употреблении и пластично удлинились, ни в коем случае нельзя использовать повторно. Этим предотвращаются возможные поломки на долгую перспективу, такие как разгерметизация, связанные с этим расходы на ремонт, недовольство клиентов и потеря своей репутации.



*Стенд для испытания болтов – надежное испытание для получения характеристической кривой болта*

### **Испытанная надежность**

Любая модификация двигателя предъявляет определенные требования к болтам головки блока цилиндров, которым они обязательно должны удовлетворять для того, чтобы гарантировать выполнение уплотняющей функции всего сочленения.

Поэтому по каждому типу болтов тщательно проверяются чертежи, отчеты об испытаниях образцов, а также проводятся различные химические и геометрические испытания.

Перед запуском в серию дополнительно проводятся замеры на стенде для испытания болтов. Это обеспечивает высокий стандарт качества.

## Определение характеристической кривой болта на стенде для испытания болтов

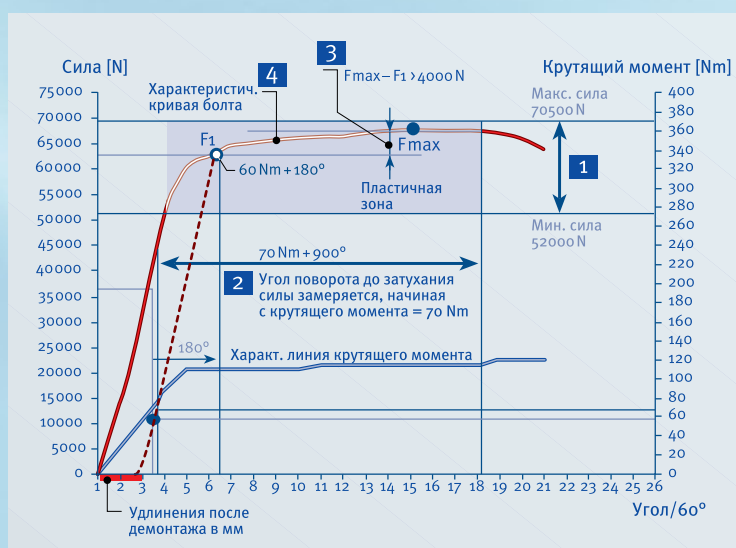
При испытании болт затягивается сильнее, чем предписывает методика затяжки (в данном случае крутящий момент составляет 60 Nm + угол поворота 180°). Это делается для того, чтобы получить детальную и информативную характеристическую кривую болта. Кривая, записанная при затяжке болта, оценивается по следующим критериям:

1. достигнутое усилие болта  $F_1$  после затяжки с предписанным крутящим моментом и углом поворота (в данном случае – 60 Nm + 180°) должно находиться в определенной области силы между минимальной и максимальной силой (10 N ~ 1 кг).

2. После приложения определенного крутящего момента (в данном случае – 70 Nm) болт должен дать себя провернуть еще по крайней мере на 2 оборота ( $\pm 90^\circ$  угол поворота, в зависимости от изготовителя образца). Сила болта не должна при этом существенно уменьшаться.

3. Разница между замеренной максимальной силой  $F_{max}$  и силой после затяжки  $F_1$  должна быть больше, чем значение, указанное производителем (в данном случае – 4000 N).

4. Характеристическая кривая болта (красно-желтая) должна при затяжке проходить в данном случае по изображенной линии. Она не должна «прыгать» или иметь прочие отклонения.



Характеристическая кривая болта

Соответствие этим четырём важным критериям при проверке болта на испытательном стенде, а также данным по размерности и химической консистенции подтверждает, что тестируемый тип болта обладает потенциалом для надежной герметизации двигателя.

Для того, чтобы кривая получила окончательный вид, в нижнем левом углу диаграммы отображается еще удлинение, остающееся у болта после его демонтажа из испытательного стенда. При вывинчивании болта кривая сдвигается со значения  $F_1$  вдоль красной штриховой линии вниз. Красный отрезок можно приравнять к остаточному удлинению болта после демонтажа.

## 7. Технические характеристики

### Пример:

**M10 x 140 x 1,5 Внутренний шестигранник 10.9**

Номин. диаметр (в мм),  
напр., M10, M11, M12, M16

Номинальн. длина  
(в мм)

Ход резьбы (в мм)

Означает, что при одном обороте болта он ввинчивается на эту величину (в мм), напр., 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2

Профиль резьбы

Метрическая резьба по ISO  
Специальные модификации:  
мелкая резьба, упорная резьба, резьба Витворта (дюймовая)

Классы твердости

Например,

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 8.8 | 10.9 | 12.9 |
| =   | =    | =    |

Прочность на

растяжение в N/мм<sup>2</sup>

|     |      |      |
|-----|------|------|
| 800 | 1000 | 1200 |
|-----|------|------|

Предел текучести при  
растяжении в N/мм<sup>2</sup>

|     |     |      |
|-----|-----|------|
| 640 | 900 | 1080 |
|-----|-----|------|

Формы головки болта



Внутренний шестигранник



Наружный шестигранник



Внутренний многогранник



Наружный многогранник



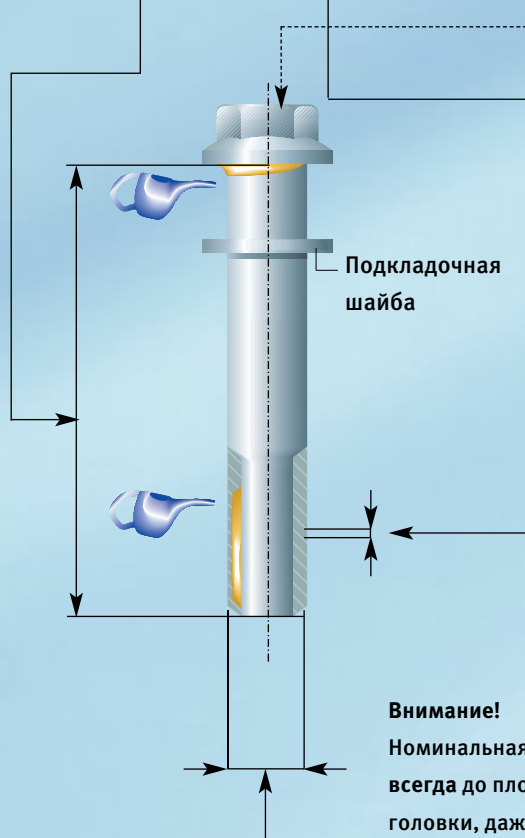
Внутренняя звездочка



Наружная звездочка



Полидрайв®



**Внимание!**

Номинальная длина замеряется всегда до плоскости прилегания головки, даже если имеется подкладочная шайба.



**Совет по монтажу**

Плоскость прилегания головки болта, а также резьбу перед затяжкой следует смазать маслом для того, чтобы значения трения не были бы слишком высокими и чтобы достигалось требуемое усилие предварительной затяжки болта.

## 8. Упаковка

### **Болты головки блока цилиндров: надежная деталь в надежной упаковке**

Мы придаем большое значение тому, чтобы наши болты головки блока цилиндров попадали к нашим клиентам без ущерба для своего проверенного качества, в удобной для транспортировки упаковке и без каких-либо повреждений. Поэтому болты комплектуются под соответствующие двигатели и пакуются в коробочки из экологически чистого материала. Кроме того индивидуальные вкладыши позволяют паковать примерно 95 % выпускаемых нами 200 разных типов болтов, имеющих разную длину и разные диаметры, в унифицированные коробочки одного размера. А это, кстати, упрощает складирование.



Найдя такое решение вопроса упаковки, мы оптимизируем функции защиты готового товара и логистики и обеспечиваем пригодность болтов к использованию и соответствие их запросам наших клиентов.

Надежное снабжение наших клиентов продукцией стабильного качества, предоставление сервисных услуг высокого уровня во всем мире – всё это является частью философии нашего предприятия, основой долгосрочного и конструктивного сотрудничества с нашими клиентами.

Приведенные здесь сведения основаны на многолетнем опыте и научных выводах. Однако объем данной информации не является исчерпывающим. Возможные рекламационные замечания, возникающие на основании этих данных, приняты быть не могут. Установка всех запасных частей должна производиться только хорошо обученным персоналом. Фирма оставляет за собой право внесения изменений в области производства, а также технических изменений. Принесим извинения за возможные опечатки.



Das Original

ElringKlinger AG | Geschäftsbereich Ersatzteile  
Max-Eyth-Straße 2 | D-72581 Dettingen/Erms  
Тел. +49 (0)71 23/724-601 | Факс +49 (0)71 23/724-609  
service@elring.de | www.elring.de