

Болты ГБЦ

в практическом применении



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



Das Original



Содержание

Страница

1	Затяжка головок блока цилиндров	6
2	Функция	8
3	Типы болтов	10
4	Самое главное – это надежность, и мы знаем, как ее обеспечить!	12
5	Квалифицированный ремонт	15
6	Контроль качества	16
7	Технические характеристики	18
8	Упаковка	19

Надежность – понятие не растяжимое

Elring предлагает высочайший уровень сервиса

Для квалифицированного ремонта с обеспечением герметичности при сборке головки блока цилиндров в современных двигателях требуется замена обоих компонентов: прокладки и болтов головки блока цилиндров (ГБЦ).

Комплектный ассортимент болтов ГБЦ, поставляемый компанией Elring, сэкономит вам время и деньги. Вы получите все от одного источника: прокладку и подходящий комплект болтов ГБЦ

- практически для всех легковых и грузовых автомобилей
- высокого и проверенного качества
- в комплекте для ремонта двигателя
- в специальной упаковке с предохранением резьбы
- удобно и быстро
- напрямую от изготовителя прокладок



Правильный подход для максимальной надежности



Болты ГБЦ



Прокладка ГБЦ



Ремонт головки блока цилиндров

100%-ная надежность уплотнения и оптимальная мощность двигателя

Elring выпускает болты ГБЦ для:

**ALFA ROMEO | AUDI | BMW | BUICK | CADILLAC
CHEVROLET | CHRYSLER | CITROËN
CUPRA | DACIA | DAEWOO | DAF | DEUTZ | DODGE
DS | FIAT | FORD | GMC | HOLDEN | HONDA
HYUNDAI | ISUZU | IVECO | JAGUAR | JEEP | KIA
LADA | LAND ROVER | LANCIA | MAN
MAZDA | MERCEDES-BENZ | MINI | MITSUBISHI
NISSAN | OLDSMOBILE | OPEL | PEUGEOT
PONTIAC | PORSCHE | RENAULT | ROVER | SAAB
SATURN | SCANIA | SEAT | ŠKODA
SSANGYONG | SUBARU | SUZUKI | TOYOTA
VAUXHALL | VOLKSWAGEN | VOLVO**

Затяжка головок блока цилиндров

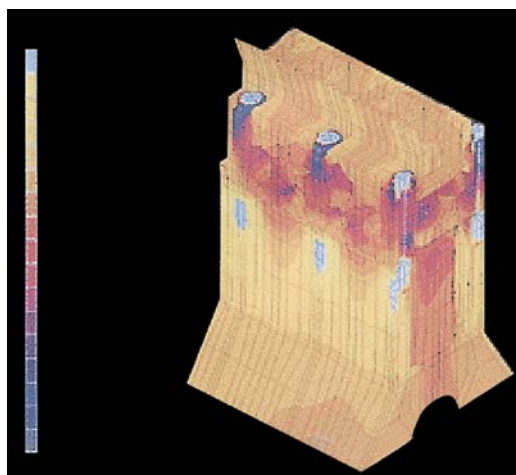
Надежная безопасность

Затяжка головок блока цилиндров без необходимости повторного затягивания является стандартом в современном моторостроении. Это обусловлено техническими и экономическими требованиями как при производстве двигателей, так и при монтаже в случае ремонта:

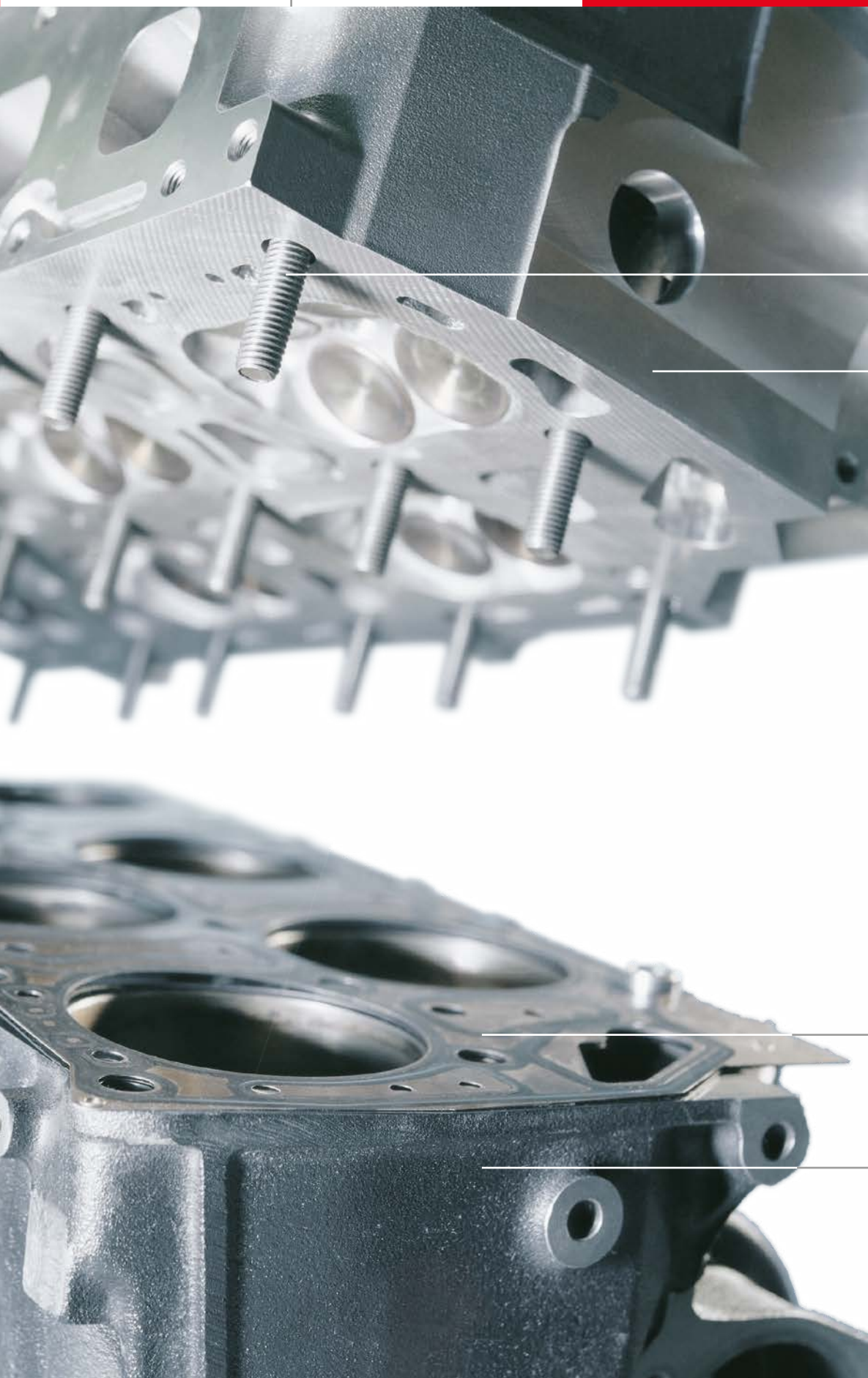
- равномерно высокий уровень сил, воздействующих на все болты
- надежное, исправно работающее плотное соединение
- экономия затрат

Чтобы устранить необходимость в повторном затягивании, а также обеспечить надежную фиксацию головки цилиндров, детали, используемые для герметичного соединения головки блока цилиндров, уже на стадии разработки должны быть конструктивно подогнаны друг к другу.

Поэтому конструктивное исполнение болта ГБЦ и качество материала в значительной степени определяют надежную плотность герметичного соединения.



Силы растяжения и сжатия в герметичном соединении головки блока цилиндров – наглядная иллюстрация методом конечных элементов



Герметичное соединение
головки блока цилиндров

Болты ГБЦ

Головка блока цилиндров

Прокладка ГБЦ

Картер двигателя
Гильза
(в зависимости от
конструкции двигателя)

Функция



Эффективность действующих сил

Болты ГБЦ – это конструктивные элементы герметичного соединения головки блока цилиндров, создающие необходимое контактное давление, передаваемое на детали двигателя. С этой целью затяжка болтов ГБЦ должна выполняться в точности согласно определенным процессам и последовательностям.

Прокладка ГБЦ может только распределять действующую на нее суммарную силу между различными уплотняемыми участками (газовое, водяное и масляное уплотнение). Это называют распределением удельного уплотняющего давления.

Поэтому:

созданная болтами ГБЦ суммарная сила и ее равномерное распределение по всему герметичному соединению являются ключевым условием для функционирования прокладки ГБЦ.

Для соответствия требованиям, предъявляемым к современным двигателям легкой конструкции, в числе которых

- повышенное давление при воспламенении (до 220 бар),
- увеличение относительного перемещения компонентов двигателя
- пониженная жесткость конструкции двигателя и более высокие тепловые расширения компонентов из-за использования алюминево-магниевых сплавов,
- снижение относительных искривлений отверстий цилиндров и головки блока (пониженные силы затяжки болтов),

используемые в моторостроении болты ГБЦ в течение последних десятилетий также претерпели значительные изменения. Их характеристики должны в точности соответствовать требованиям, предъявляемым к двигателям.

Наряду с улучшением материалов и технологий производства болтов наиболее важные изменения произошли в:

- конструкции болтов
- процедуре затягивания болтов.

Кроме того, были усовершенствованы покрытия поверхности болтов с целью оптимизации параметров трения.

Типы болтов

Идеальный выбор для двигателей облегченной конструкции

Детали двигателей облегченной конструкции, в том числе

- головка блока цилиндров из алюминия и картер двигателя из серого чугуна или
- головка блока цилиндров и картер двигателя из алюминия, отличаются иными характеристиками теплового расширения относительно стальных болтов ГБЦ. Тепловое расширение алюминиевых деталей двигателей примерно вдвое больше, чем у болтов ГБЦ.

Вследствие применения легких конструкционных материалов для компонентов двигателя и изменения способа затяжки в современных конструкциях двигателей для затяжки головок блока цилиндров преимущественно используются следующие типы болтов.

Болты с накатанным стержнем.

Используются преимущественно для двигателей легковых автомобилей. При изготовлении этих болтов на стержень накатывается резьба. Болт не подвергается дальнейшей машинной обработке. Упругие свойства болта с накатанным стержнем и длинной резьбой аналогичны болту с податливым стержнем, который при производстве подвергается последующей обработке на металлорежущих станках. Поэтому он является малозатратным вариантом болта с податливым стержнем.

Болты с накатанным стержнем и короткой резьбой.

У этих болтов резьба накатана только до максимальной глубины завинчивания. Верхний виток резьбы при этом воспринимает максимальное усилие и в результате подвергается необратимой пластической деформации.



Болты с податливой накаткой.

Это болты, на стержне которых накатана крупная одно- или многозаходная резьба. «Податливая накатка» и в данном случае повышает упругость и обеспечивает равномерное распределение напряжений. Упругая податливость болтов с податливой накаткой зависит от внутреннего диаметра выбранного профиля податливой накатки. Чем меньше этот диаметр, тем ближе болт по своим характеристикам к болту с податливым стержнем.

Болты с накатанным стержнем и длинной резьбой.

Эти болты имеют очень длинную резьбовую часть, которая, как правило, почти доходит до головки болта. На этом участке при затяжке и в процессе работы двигателя происходит упругое и пластичное растяжение болта. Конструкция с длинной резьбой повышает упругость, создает равномерное напряжение вдоль стержня и обеспечивает болту достаточную способность к пластическим деформациям. Тем самым обеспечивается длительный срок службы герметичного соединения головки блока цилиндров в целом.



Болты с податливым стержнем.

Болты данной конструкции часто используются для двигателей грузовых автомобилей и отличаются сужением стержня на участке от резьбы почти до головки болта. За счет уменьшенного поперечного сечения в сравнении с болтами со стержнем постоянного диаметра достигается повышенная упругая и пластическая податливость. Требуемое для ремонта пластическое удлинение происходит в не завинчиваемой, сужающейся части стержня болта.



Самое главное – это надежность, и мы знаем, как ее обеспечить!

Правильный подход для увеличенной надежности

В сотрудничестве с производителями двигателей и смежными предприятиями нами реализованы широкомасштабные программы исследовательских и опытно-конструкторских работ, чтобы с использованием усовершенствованных компонентов двигателя и технологий, в числе которых

- прокладки ГБЦ серии «Metaloflex» с высокими уплотняющими свойствами и малой усадкой,
- болты ГБЦ с особыми характеристиками пластической деформации,
- новая процедура затяжки болтов ГБЦ

значительно улучшить герметичность соединений и обеспечить надежное уплотнение, особенно при долговременной эксплуатации.

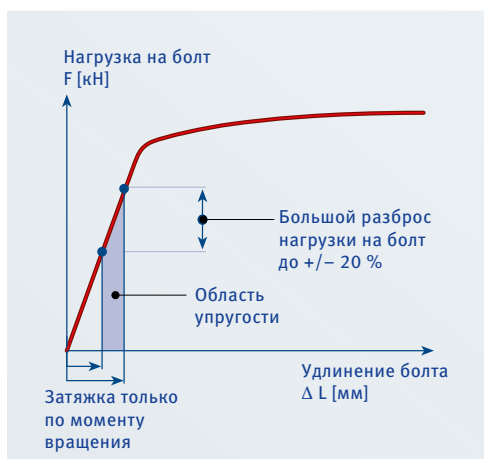
Затяжка болтов с заданным моментом затяжки

Прежде затяжка болтов ГБЦ выполнялась с точно заданным моментом затяжки за несколько этапов в диапазоне упругого растяжения материала болта (график слева).

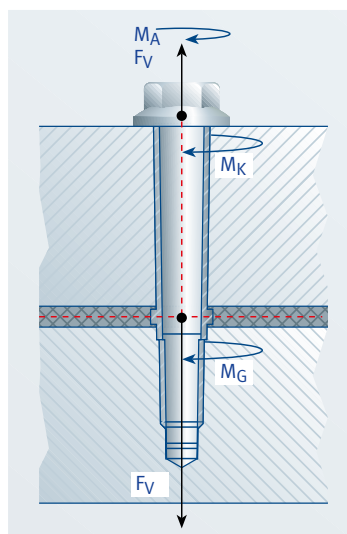
Особенности применения момента затяжки

1. При приложении момента затяжки M_A нагрузка на болт от предварительной затяжки F_V вследствие различных моментов трения головки (M_K) и резьбы (M_G) колеблется в пределах $\pm 20\%$ (иллюстрация слева посередине). Такой способ не позволял обеспечить равномерное распределение давления по всему герметичному соединению.

2. По причине холодной статической усадки мягкого уплотнения после монтажа (= потери усилия предварительной затяжки) и дополнительного снижения усилия при работе двигателя болты необходимо было подтягивать по истечении некоторого срока эксплуатации двигателя. Подтягивание болтов ГБЦ, однако, не позволяло устранить разброс силы затяжки болтов.



Упругая затяжка болтов



Силы и моменты при затяжке



Затяжка болтов с заданным моментом и углом доворота в современных двигателях

При данном способе затяжки болт ГБЦ не только упруго растягивается, но также пластически удлиняется, что имеет значительные преимущества в сравнении с затяжкой болтов с заданным моментом.

Описание комбинированного способа

При использовании метода «момент затяжки-угол доворота» болт на первом этапе затягивается с заданным низким моментом в диапазоне эластичности характеристической кривой болта (график внизу).

После приложения момента затяжки болт затягивается с определенным углом доворота. Материал болтов при этом пластически деформируется выше предела текучести (определяющего переход из упругой в пластическую область).

Преимущества затяжки с углом доворота

1. Этот способ затяжки при использовании болтов новой конструкции позволяет значительно уменьшить диапазон рассеяния усилий предварительной затяжки болтов. Приложение угла доворота не увеличивает усилия предварительной затяжки, а лишь преобразуется в пластическое удлинение болтов. В результате достигается равномерно высокий уровень нагрузки на болт, что является важным условием для герметичности соединения в целом.

2. Подтягивание болтов ГБЦ не требуется. Металлические слои прокладок способствуют процессу подтягивания, так как при этом возникает лишь незначительная усадка. Остаточные различия в уровнях нагрузки на болт обусловлены производственными допусками в размерах болтов и допусками в прочности материала.



Пластическая затяжка болтов

Последовательность затяжки

Болты ГБЦ (например, 1 – 10 в 4-цилиндровом двигателе; иллюстрация внизу) должны быть завинчены в точно определенной последовательности затяжки (см. указания производителя). Эта последовательность вместе с моментами и углами затяжки устанавливается производителями двигателей и уплотнений применительно к конкретной конструкции двигателя. Вместе с каждым болтом ГБЦ и каждым комплектом прокладок Elring поставляются инструкции по затяжке для соответствующих двигателей на нескольких языках.

Затяжка болтов выполняется в несколько этапов, причем отдельные этапы могут быть следующими.

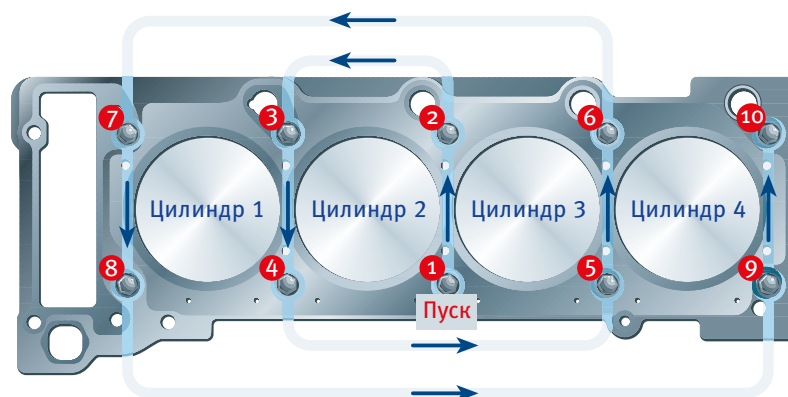
- 1. Этап 20 Нм (т. е. затяжка болтов 1 – 10 с моментом затяжки 20 Нм)
- 2. Этап 60 Нм (т. е. затяжка болтов 1 – 10 с моментом затяжки 60 Нм)
- 3. Этап 90° (т. е. затяжка болтов 1 – 10 с углом затяжки 90°)
- 4. Этап 90° (т. е. повторная затяжка болтов 1 – 10 с углом затяжки 90°)

Каждая последовательность затяжки основана на следующих правилах.

Отдельные этапы затяжки болтов всегда начинаются посередине двигателя (между цилиндрами 2 и 3; см. пример) и продолжаются по спирали или крест-накрест с обеих сторон к внешним болтам цилиндров 1 и 4.

Этим обеспечивается оптимальное стягивание головки блока цилиндров и уплотнения ГБЦ с картером двигателя.

Если эти инструкции не соблюдаются, возникают нежелательные напряжения и перекосы деталей двигателя.
Следствие: возможны утечки в герметичном соединении головки блока цилиндров.



Последовательность затяжки головки блока цилиндров (пример)

Квалифицированный ремонт

Только новые болты ГБЦ на 100 % надежны

В современных двигателях используются улучшенные концепции уплотнения, адаптированные к конструкции двигателя. Важнейшую функцию при этом выполняют болты ГБЦ.

Болты ГБЦ за счет применения

- новой процедуры с заданным моментом затяжки и углом доворота (= пластическое удлинение болта) и
- современных конструкций двигателя, например, сопряжения алюминиевых деталей (= дополнительное пластическое удлинение на несколько миллиметров в сравнении с исходным состоянием в процессе первого прогрева двигателя)

Наряду с изменением характеристик прочности и растяжения материала болтов при удлинении болта уменьшается также его поперечное сечение. При повторном использовании этого болта возникает опасность, что уменьшенное поперечное сечение не сможет выдержать созданную нагрузку на болт. В результате произойдет срыв болта.

Исследование показали, что для болта M10 средней прочности 10.9 сужение диаметра всего на 0,3 мм может привести к снижению предельной допустимой нагрузки на 10 – 15 %. Это означает, что прокладка будет опрессована с недостаточным усилием и через короткое время может возникнуть утечка. Поэтому для квалифицированного ремонта герметичного соединения головки блока цилиндров должны соблюдаться требования производителей двигателей и прокладок:

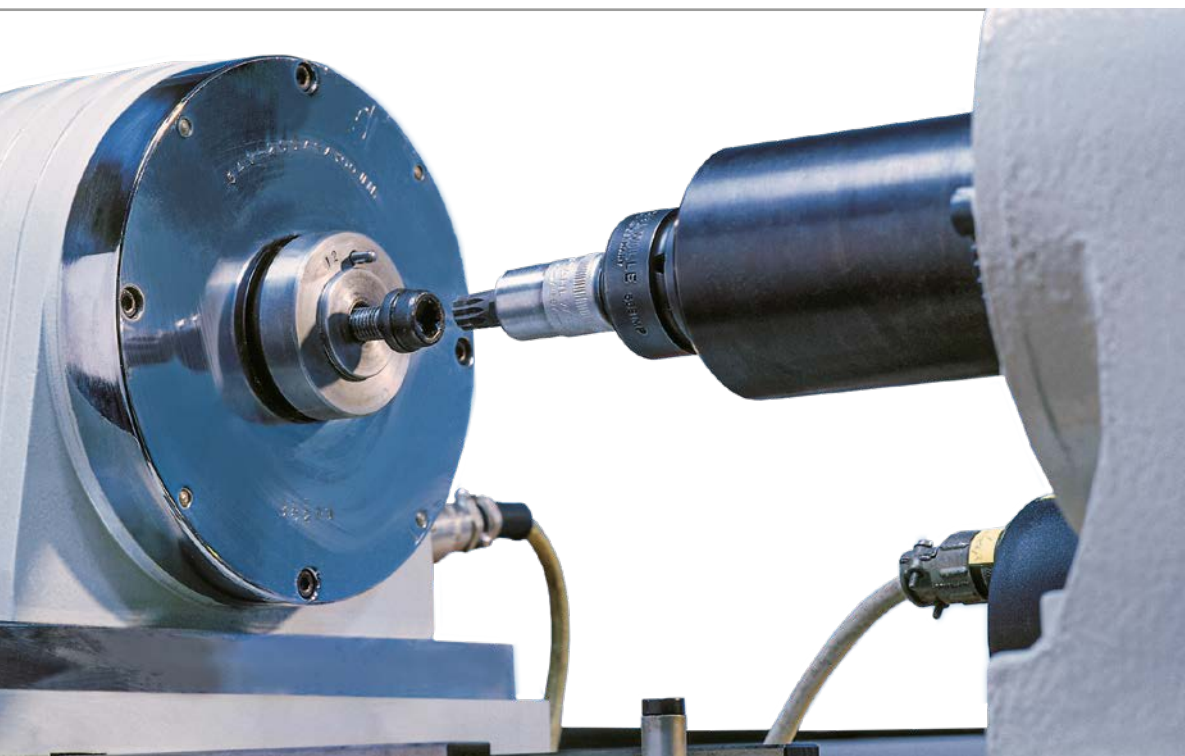
- всегда использовать новые болты ГБЦ и новую прокладку ГБЦ;
- соблюдать моменты затяжки и углы доворота;
- соблюдать последовательность затяжки;
- устанавливать очищенные, не деформированные детали двигателя;
- поручать монтаж только обученным специалистам;
- использовать качественные инструменты.

Только при выполнении этих требований можно обеспечить оптимальную затяжку и работоспособность герметичного соединения. Повторное использование бывших в эксплуатации и пластически деформированных болтов не должно иметь место. Это позволит предотвратить возможный последующий ущерб, в том числе утечки и обусловленные ими различные затраты на ремонт, недовольство клиентов и потерю репутации.



Пластически удлиненный и суженный болт ГБЦ

Контроль качества



Испытательный стенд для болтов – надежный контроль для определения характеристической кривой болтов

Проверенная надежность

В каждой конструкции двигателя предъявляются определенные требования к болтам ГБЦ, которые обязательно должны быть выполнены, чтобы обеспечить функцию герметичного соединения в целом.

Поэтому для каждого типа болтов выполняется всесторонняя проверка соответствующих чертежей, протоколов испытаний исходных образцов, а также различных актов контроля химического состава и размеров.

Перед допуском к эксплуатации стандарт качества болтов дополнительно подтверждается путем дополнительных измерений на специальном испытательном стенде.

Построение характеристической кривой болтов на испытательном стенде

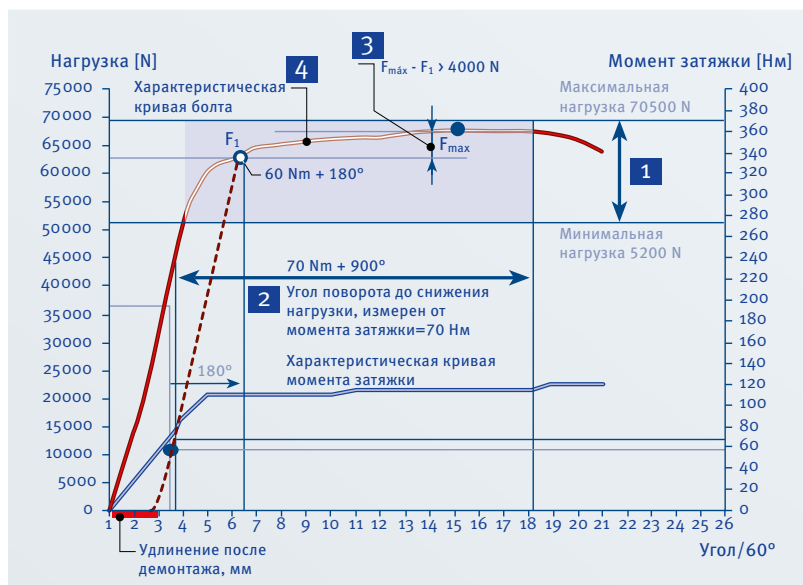
Для испытания выполняется затяжка болта с параметрами выше заданных (здесь момент затяжки 60 Нм + угол доворота 180°), чтобы получить подробную и содержательную характеристическую кривую болта. Полученная при затяжке характеристическая кривая оценивается по следующим критериям

1. Созданная нагрузка на болт F_1 после затяжки с предписанным моментом затяжки и углом доворота (здесь 60 Нм + 180°) должна находиться в заданном диапазоне от минимальной до максимальной величины усилия (10 Н ~ 1 кг).
2. После приложения определенного момента затяжки (здесь 70 Нм) болт должен выдерживать дополнительно минимум 2 оборота (угол доворота $\pm 90^\circ$, в зависимости от производителя). Нагрузка на болт при этом не должна значительно снижаться.
3. Разность между измеренным максимальной нагрузкой F_{max} и нагрузкой после затяжки F_1 должна быть больше заданного производителем значения (здесь 4000 Н).

4. Характеристическая кривая болта (красно-желтая линия) при затяжке должна соответствовать изображенному здесь образцу. При этом она не должна иметь скачков и прочих отклонений.

Выполнением данных четырех важнейших критериев на испытательном стенде для болтов, а также сопроводительными актами контроля размеров и химического состава подтверждается, что проверенный тип болтов может обеспечить герметичное уплотнение двигателя.

В завершение характеристической кривой в нижнем левом углу графика дополнительно представлено остаточное удлинение болта после снятия с испытательного стенда. При отпуске болта характеристическая кривая проходит от значения F_1 вдоль красной штриховой линии вниз. Красный участок кривой при этом равноценен остаточному удлинению болта после демонтажа.



Характеристическая кривая болта

Технические характеристики

Пример

M10 x 140 x 1,5 Внутренний шестигранник 10.9

Номинальный диаметр (мм)
например, M10, M11, M12,
M16

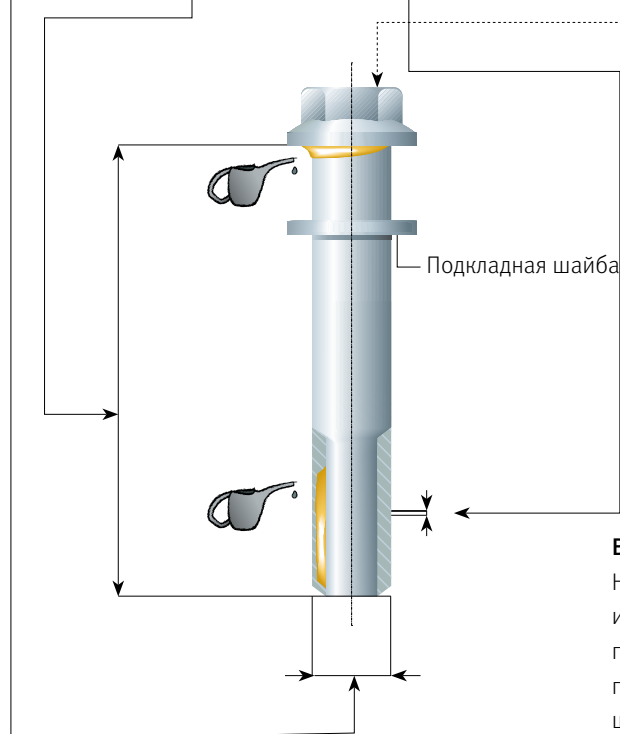
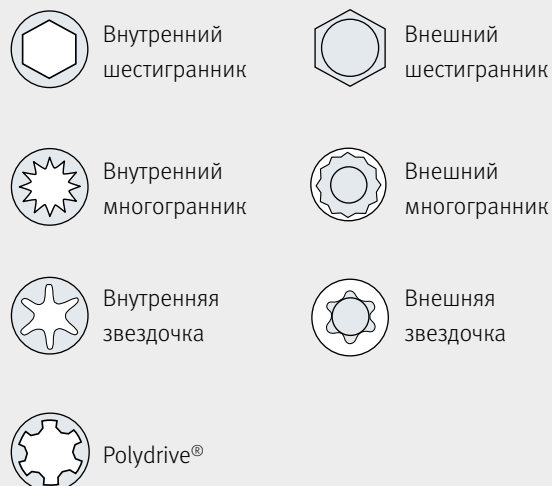
Шаг резьбы (мм)
т. е. при повороте винта
происходит его
завинчивание на эту
величину (мм), например,
1; 1,25; 1,5; 1,75; 2

Классы прочности
например, 8.8 10.9 12.9
= = =
Прочность на растяжение,
Н/мм² 800 1000 1200
Предел текучести, Н/мм² 640 900 1080

Номинальная
длина (мм)

Профиль резьбы
Метрическая резьба по ISO,
специальные исполнения:
мелкая резьба, упорная
резьба, дюймовая резьба

Форма головки (также «Привод»)



Внимание

Номинальная длина всегда измеряется до опорной поверхности головки, даже при наличии подкладной шайбы.



Указание по монтажу

Перед завинчиванием необходимо смазать опорную поверхность головки болта и резьбу, чтобы уменьшить коэффициент трения и достичь требуемого усилия предварительной затяжки.

Упаковка



Надежная доставка болтов ГБЦ

Мы особо заботимся о том, чтобы обеспечить доставку болтов ГБЦ нашим клиентам с проверенным качеством, в надежной для транспортировки упаковке и без повреждений. Поэтому болты ГБЦ комплектуются для конкретных типов двигателей и укладываются в экологически чистые складные коробки. Кроме того, индивидуальные вкладыши в коробки позволяют экономичным образом упаковывать прибл. 95 % из более чем 200 типов болтов самых различных длин и диаметров в коробки одного размера. Этим существенно упрощается складирование. Используя данный принцип упаковки, мы решаем задачи оптимальной защиты и логистики, а также соответствие болтов необходимым функциям и тем самым требованиям наших клиентов.

Используя данный принцип упаковки, мы оптимально решаем задачи защиты и логистики, а также соответствие болтов необходимым функциям и тем самым требованиям наших клиентов.

Надежное снабжение наших клиентов продукцией идентичного качества в сочетании с первоклассным сервисом в общемировом масштабе является частью философии нашего предприятия и основой для долгосрочного и конструктивного сотрудничества с нашими клиентами.



Представленные здесь сведения – исходя из многолетнего опыта и результатов деятельности – не претендуют на точность. Любые претензии на возмещение убытков на основе данной информации исключаются. Монтаж всех запчастей должен выполняться только обученными специалистами. Мы сохраняем за собой право на изменение эксплуатационных и технических характеристик. Отсутствие оленатов, не гарантируется.

ElringKlinger AG | Подразделение запчастей
Max-Eyth-Straße 2 | D-72581 Dettingen/Erms
Телефон +49 7123 724-799 | Факс +49 7123 724-798
service@elring.de | www.elring.ru

C510293 0522 RU



Das Original