

**РУКОВОДСТВО ПО ДВИГАТЕЛЯМ «HONDA» ШИРОКОГО
ПРИМЕНЕНИЯ**

По материалам компании «Honda»

**ПОЯСНЕНИЯ К УСТРОЙСТВУ ДВИГАТЕЛЯ
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ДВИГАТЕЛЕЙ
HONDA.
ЧАСТЬ 1**

Содержание:

ЧАСТЬ 1. ПОЯСНЕНИЕ К УСТРОЙСТВУ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ДВИГАТЕЛЕЙ HONDA	4
ВВЕДЕНИЕ	4
РАБОЧИЙ ОБЪЕМ	6
ДИАМЕТР ЦИЛИНДРА И ХОД ПОРШНЯ	6
СТЕПЕНЬ СЖАТИЯ	6
МОМЕНТ ЗАЖИГАНИЯ	6
СВЕЧИ ЗАЖИГАНИЯ ТИПА NGK	7
СВЕЧИ ЗАЖИГАНИЯ ТИПА ND	8
СИСТЕМА ПИТАНИЯ	9
<i>Карбюратор</i>	9
<i>Подбор жиклеров</i>	10
<i>Топливный бак</i>	10
<i>Воздушный фильтр</i>	11
<i>Работа на сжиженном газе</i>	11
<i>Регулятор оборотов двигателя</i>	12
<i>Метод измерения разницы скоростей вращения при работе на холостом ходу и под нагрузкой</i>	13
<i>Расход топлива</i>	14
МОЩНОСТЬ	15
КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ	15
ВЗАИМОСВЯЗЬ МОЩНОСТИ И КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА	15
РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЯ	15
СПОСОБ ОЦЕНКИ ОТДАВАЕМОЙ МОЩНОСТИ	16
МОТОРНОЕ МАСЛО И ЕГО РАСХОД	17
<i>Назначение масла</i>	17
<i>Вязкость масла</i>	18
<i>Служебная категория</i>	18
<i>Расход масла</i>	19
РАБОТА В НАКЛОННОМ ПОЛОЖЕНИИ	20
ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ	20
<i>Рабочий диапазон температур</i>	20
<i>Установка двигателя под капотом или в кожухе</i>	20
<i>Способ измерения температуры</i>	21
<i>Применение в холодном климате (при морозах до -15°C)</i>	21
<i>Применение в особо суровом климате</i>	22
<i>Применение при высоких температурах</i>	22
ВИБРАЦИЯ И ШУМ	23
<i>Передача шума и вибраций</i>	23
<i>Характеристики вибрации</i>	23
<i>Собственная частота</i>	23
<i>Резонанс</i>	23
<i>Вибрационное ускорение</i>	24
<i>Уровень вибрации</i>	24
<i>Способы измерения вибрации</i>	24
<i>Шум</i>	26
<i>Уровень звукового давления</i>	26
<i>Уровень акустической мощности</i>	27
<i>Способы измерения шума</i>	28

<i>Источники вибрации и шума в двигателе</i>	29
<i>Предупреждение шума и вибрации</i>	30
ПРИМЕНЯЕМОЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	31
НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕРЫ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ	32

ЧАСТЬ 1. ПОЯСНЕНИЯ К УСТРОЙСТВУ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ДВИГАТЕЛЕЙ HONDA

Введение

Первостепенную важность при работе пользователей с конечным оборудованием, в состав которого входит двигатель внутреннего сгорания, имеют соображения безопасности. Им всегда следует отдавать приоритет перед вопросами предотвращения отказов оборудования или неисправностей двигателя. Когда происходит травма или несчастный случай, исправлять дефекты или отклонения уже поздно.

В ходе проектирования конечного оборудования необходимо тщательно проанализировать всевозможные скрытые источники потенциальной опасности, обращая особое внимание на соблюдение требований безопасности при разработке прототипа устройства и испытательных образцов, а также на всех этапах испытаний.

Перед началом любого испытания под нагрузкой продолжительностью более часа проверьте соблюдение следующих требований:

УДОБНЫЙ ДОСТУП К ОРГАНАМ УПРАВЛЕНИЯ

- **Выключатель двигателя** и рычаги управления должны быть хорошо видны и легкодоступны, чтобы при необходимости быстро остановить двигатель.

УДОБСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ

- **Конструкция устройства** не должна препятствовать обслуживанию двигателя и обязана обеспечивать удобный доступ к обслуживаемым узлам, например, воздушному фильтру, крышке маслоналивной горловины, свече зажигания и т.п.

РАСПОЛОЖЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯ

- **Достаточный монтажный зазор** между двигателем и окружающими элементами.
- **Хорошая видимость** предупредительных наклеек, таблички с номером двигателя и т.д.

- **Достаточное пространство** для свободного притока воздуха в систему охлаждения двигателя и отхода нагретого воздуха.

- **Система выпуска** должна быть направлена в открытое внешнее пространство, находиться на достаточном расстоянии от элементов оборудования и не допускать попадания выхлопных газов в воздушный фильтр.

- **Жесткость крепления двигателя.** Ослабленные крепления не смогут препятствовать вибрации мотора при работе, что создает опасность повреждения самого двигателя и того устройства, в состав которого он входит.

НЕКОТОРЫЕ СООБРАЖЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

- **Выхлопные газы:** содержащаяся в выхлопных газах окись углерода создает сильную угрозу отравления, поэтому работа двигателя в условиях недостаточной вентиляции исключительно опасна для оператора. В процессе проектирования необходимо сделать особый упор на правильное расположение двигателя, при котором исключается попадание выхлопных газов на оператора или их вдыхание.

- **Горячие участки и вращающиеся детали:**

- Нагретые участки должны быть снабжены защитными щитками, предотвращающими ожоги рук.

- Вал отбора мощности и детали трансмиссии должны быть со всех сторон закрыты защитным кожухом, конструкция которого полностью бы исключала возможность попадания рук и ног или захвата краев одежды. (Те же требования распространяются на ремни и шкивы, цепи и звездочки, а также другие вращающиеся детали).

- Соблюдение мер предосторожности должно проявляться в достаточном разнесении элементов управления и обслуживания двигателя (выключателя, воздушной заслонки, ручного стартера, топливного фильтра, маслоналивной горловины, воздушного фильтра и т.д.) от нагретых и вращающихся деталей.

- **Система питания, глушитель и электрические провода.**

- **Система питания**

Топливная система должна обслуживаться легко и быстро. В случае перелива топливного бака при заправке должна обеспечиваться конструктивная защита от попадания топлива на глушитель и другие нагретые участки.

При транспортировке располагайте двигатель горизонтально и надежно закрепите во избежание опрокидывания. Необходимо также перекрыть топливный краник и туго завернуть крышку бензобака.

Бензин весьма огнеопасен, поэтому обращайтесь с ним осторожно и соблюдайте меры предосторожности при использовании открытого пламени в зоне работы.

- **Глушитель**

Не помещайте в непосредственной близости от глушителя горючие материалы. Конструкция оборудования должна не давать скошенной траве и соломе скапливаться вокруг глушителя.

- **Электрические провода** (предоставляемые изготовителем конечного оборудования)

При переливе топлива оно не должно капать на провода или впитываться в них.

Провода должны быть надежно закреплены, чтобы они не могли коснуться вращающихся или сильно нагретых деталей.

Все соединители, разъемы и выводы должны закрываться резиновыми колпачками с надежной фиксацией.

• **Конечные изделия стороннего производства**, которые могут представлять опасность любого вида из перечисленных ниже, должны нести на себе предупредительную табличку и снабжаться маркировкой, предупреждающей оператора и прочий персонал.

- Особые условия погрузки/выгрузки или транспортировки изделия.

- Находящиеся под крышкой вращающиеся детали и узлы.

- Закрытые щитками сильно нагревающиеся участки.

- Огнеопасные вещества.

- Использование в местах, где возможно скапливание выхлопных газов.

- Меры по предотвращению шума, вибрации и опрокидывания в процессе работы.

• **Избегайте применения отдельного топливного бака.** Если это невозможно, примите следующие меры предосторожности. Учтите, что в случае использования отдельно закрепленного топливного бака гарантийные обязательства теряют свою силу.

- Стандартный бензобак оборудован топливным фильтром, предотвращающим попадание в карбюратор воды и остатков, которые могут накапливаться на дне бака. Для фильтрации таких загрязнений используется нейлоновый фильтр с микроскопическими отверстиями (размером 0,05 мм по горизонтали и 0,08 мм по вертикали), который крепится болтами. Подобная система должна быть тщательно продумана и включена в состав изделия.

- Должны учитываться такие параметры, как объем бака, размеры фильтров, разность высот по сравнению со стандартным топливным баком, длина бензопровода и способ его присоединения, а также характеристики электромагнитного бензонасоса (при использовании электромагнитного бензонасоса необходимо учитывать важную зависимость между давлением нагнетания и долговечностью запорного клапана карбюратора). обращайтесь за необходимыми указаниями в корпорацию Honda.

- Обращайте особое внимание на прочность крепления топливного бака, место его крепления и возможность опрокидывания.

- Разница высот между уровнем топлива в баке и в поплавковой камере карбюратора не должна превышать 50 см.

- При попадании залитого доверху топливного бака на солнце внутри его возникает избыточное давление, приводящее к вытеканию топлива из под крышки бака и из карбюратора. Убедитесь, что вентиляционное отверстие в крышке бака (сапун) не засорено.

• **Бензопроводы**

Внутри трубок и шлангов, применяемых в качестве бензопроводов, не должно быть остатков (пыли и загрязнений). Они должны тщательно очищаться или заменяться новыми деталями.

- Всегда применяйте трубопроводы из маслостойкой и устойчивой к атмосферному воздействию резины (бензопроводы марки "Honda" имеют внутренний слой из маслостойкой резины, а внешнее покрытие - из резины, устойчивой к атмосферному воздействию).

- Примите меры предосторожности, не позволяющие трубкам соскальзывать прицеплянии за внешние предметы.

- Избегайте проводить трубопроводы вблизи глушителя, где они могут подвергаться нагреву.

- Закрепляйте места соединений хомутами или зажимами.

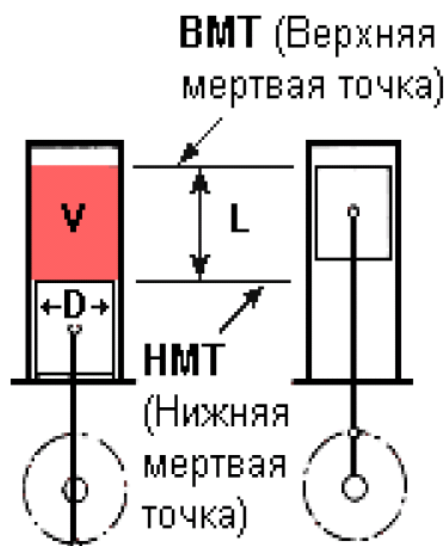
- Крепите трубопроводы подходящими способами, чтобы они не терлись друг о друга и другие детали и не изнашивались в результате вибрации.

РАБОЧИЙ ОБЪЕМ

Это общепринятая характеристика размеров двигателя, показывающая объем топливо-воздушной смеси, которую двигатель всасывает (и выпускает) в ходе рабочего цикла.

Рабочий объем одноцилиндрового вычисляется по формуле:

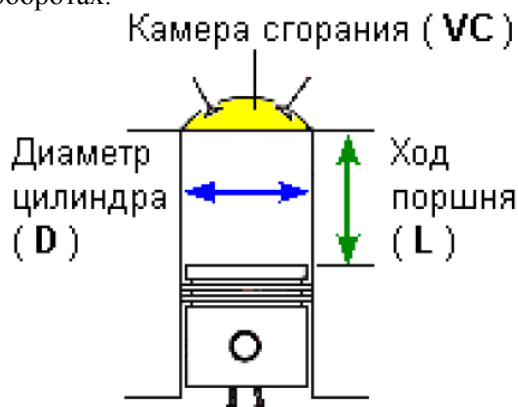
$$V = \frac{\pi}{4} \times D^2 L$$



ДИАМЕТР ЦИЛИНДРА И ХОД ПОРШНЯ

Диаметр цилиндра измеряется по внутренней поверхности его зеркала. Ход поршня - это расстояние, на которое перемещается поршень при повороте коленчатого вала на 180° из положения верхней мертвой точки (ВМТ).

Как правило, двигатели с небольшим ходом поршня (меньше диаметра цилиндра) работают на более высоких оборотах.



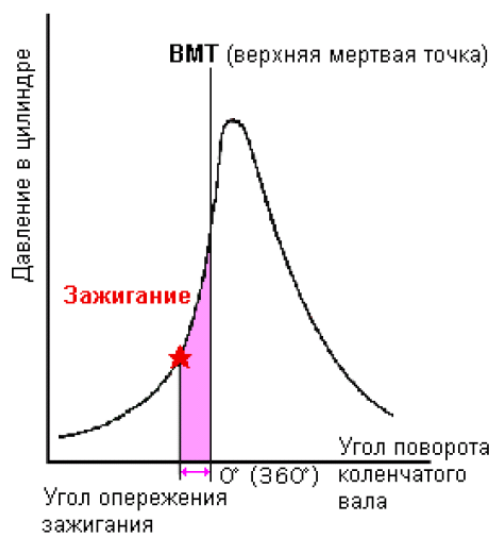
СТЕПЕНЬ СЖАТИЯ

Степень сжатия двигателя измеряется отношением

$$\frac{\text{Рабочий объем (V) + Объем камеры сгорания (VC)}{\text{Объем камеры сгорания (VC)}}$$

Как правило, двигатели с боковым расположением клапанов имеют степень сжатия в пределах от 6:1 до 7,5:1, а верхнеклапанные двигатели - от 7:1 до 9:1.

МОМЕНТ ЗАЖИГАНИЯ



Поскольку от момента возникновения искры в свече зажигания до начала воспламенения рабочей смеси и ее взрывного расширения проходит некоторый промежуток времени, напряжение должно подаваться на запальную свечу до того, как поршень достигнет положения верхней мертвой точки.

Эта величина называется углом опережения зажигания и выражается в градусах угла поворота коленчатого вала до положения ВМТ.

СВЕЧИ ЗАЖИГАНИЯ ТИПА NGK

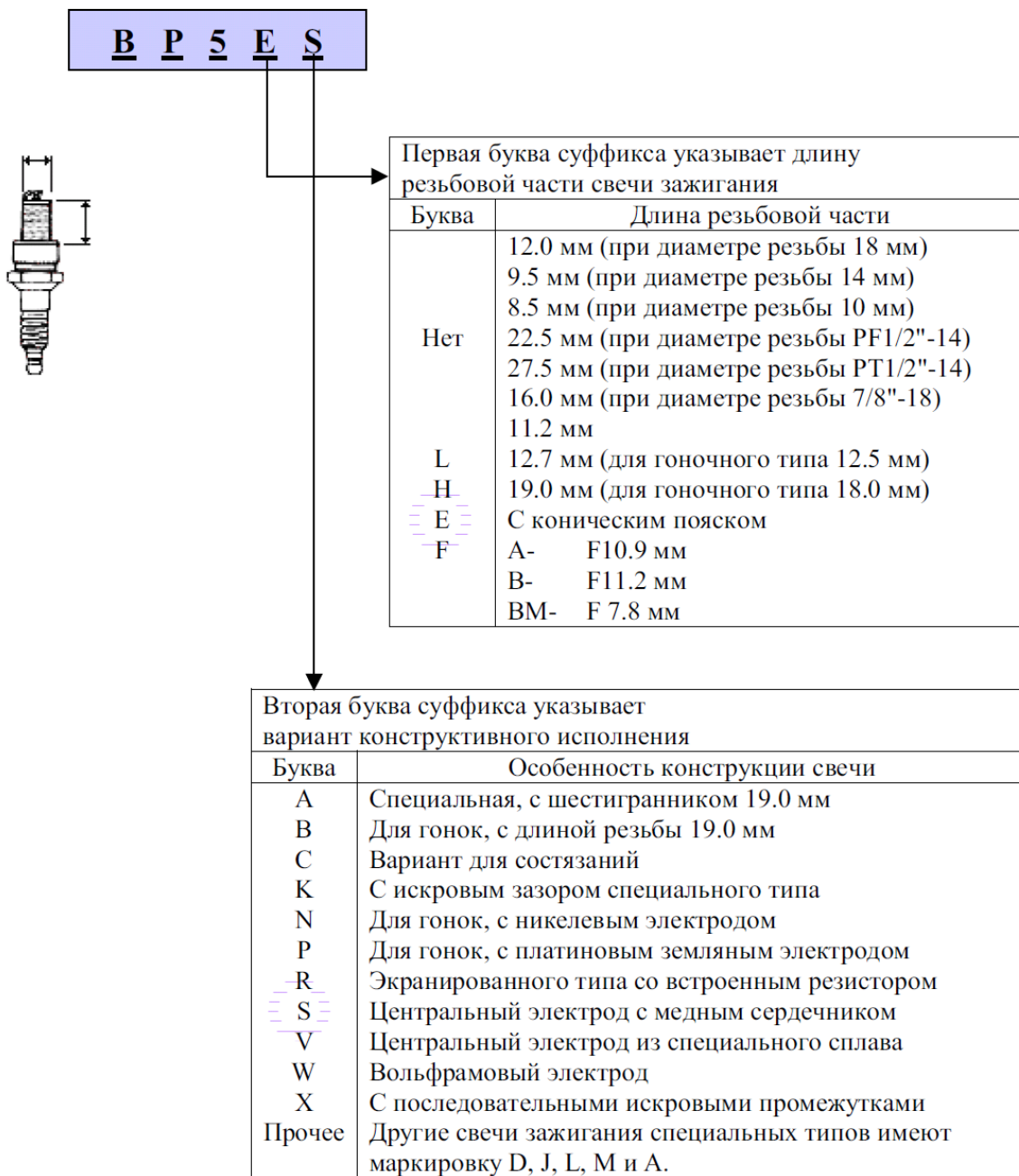
На стандартных свечах зажигания Honda (типа **NGK**) используется следующая система обозначений (помимо указанных, могут присутствовать и другие символы).

Схема обозначения свечи зажигания NGK с примером и таблицами расшифровки.

Буква	Размер резьбы	Размер головки
A	18 мм	25.4 мм
B	14 мм	20.6 мм
C	10 мм	16.0 мм
D	12 мм	18.0 мм
F	7/8"-18	23.8 мм
G	PF1/2"-14	23.8 мм
H	PT1/2"-14	23.8 мм

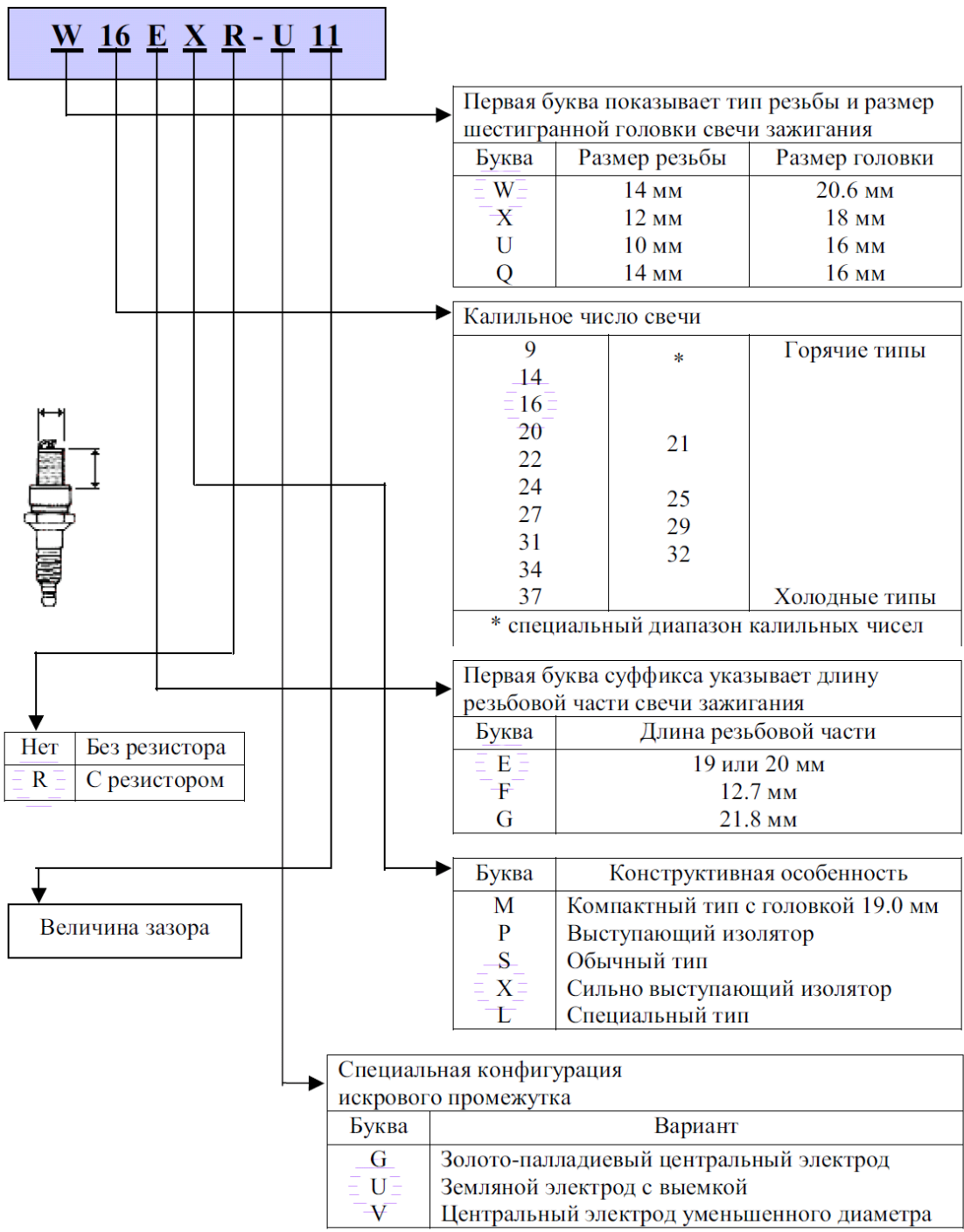
Буква	Конструктивная особенность
B	Шестигранник размером 20.6 мм
C	Шестигранник размером 16.0 мм
D	Съемная юбка
G	Шестигранник размером 23.8 мм
L	Малогабаритная (укороченная)
M	Миниатюрная
P	Выступающий конец изолятора
R	Встроенный резистор
S	Экранированная конструкция
U	С поверхностным разрядом

Число, указывающее тепловой режим (калильное число)	Типы
2	Горячие типы
4	Горячие типы
5	Обычные свечи
6	Обычные свечи
7	Обычные свечи
8	Обычные свечи
9	Обычные свечи
10	Обычные свечи
11	Гоночные свечи
12	Гоночные свечи
13	Гоночные свечи
14	Холодные типы

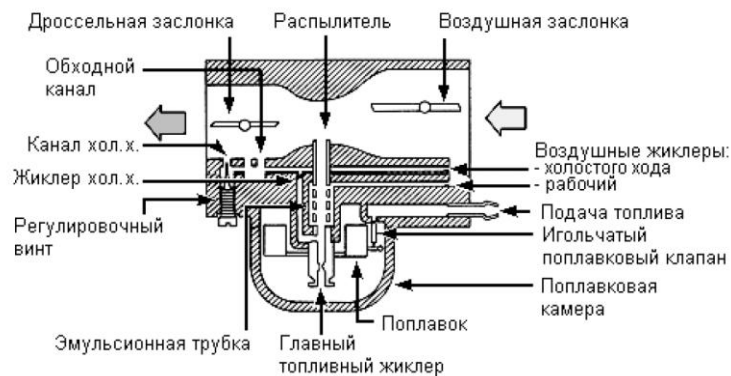


СВЕЧИ ЗАЖИГАНИЯ ТИПА ND

На свечах зажигания типа **ND** используется следующая система обозначений:



СИСТЕМА ПИТАНИЯ КАРБЮРАТОР



РЕЖИМ ЗАПУСКА

При закрытой воздушной заслонке разрежение во впускном трубопроводе возрастает и топливовоздушная смесь поступает через выходное отверстие под регулировочным винтом.

РЕЖИМ ХОЛОСТОГО ХОДА И МАЛЫХ ОБОРОТОВ

При небольшом открытии дроссельной заслонки создается разрежение в обходном канале карбюратора и выходном отверстии, управляемом регулировочным винтом. В этих условиях бензин из поплавковой камеры продавливается через главный топливный жиклер и поступает в канал. Установленный в нем жиклер ограничивает количество проходящего топлива, которое затем встречается с воздухом, проходящим через воздушный жиклер холостого хода. Они смешиваются и образовавшаяся смесь поступает через обходной канал и регулируемое отверстие в воздушную горловину карбюратора. Сечения жиклеров подобраны таким образом, что эта смесь имеет высокое содержание топлива (обогащенная).

По мере распыления топливовоздушной смеси в воздушной горловине, она смешивается с общим потоком воздуха, проходящим через диффузор. В результате во впускной трубопровод поступает смесь окончательного состава, оптимизированная для работы двигателя на низких оборотах.

ОСНОВНОЙ КОНТУР (РЕЖИМ ВЫСОКИХ ОБОРОТОВ)

При открытой дроссельной заслонке воздушный поток, проходящий через диффузор карбюратора, создает достаточное разрежение в его узкой части, куда выходит носик распылителя. Атмосферным давлением топливо выдавливается из поплавковой камеры через главный топливный жиклер и поступает в распылитель. Оно встречается с потоком воздуха, поступающим через воздушный жиклер, и перемешивается с ним в эмульсионной трубке. Эта смесь по своему составу является сильно обогащенной; она разбавляется общим потоком воздуха, проходящим через диффузор карбюратора. Полученная в результате смесь оптимального для получения высокой мощности состава поступает во впускной трубопровод двигателя.

ПОПЛАВКОВАЯ КАМЕРА

Топливо поступает из бензобака в поплавковую камеру через расположенный на входе в нее игольчатый поплавковый клапан. По мере наполнения камеры поплавки поднимаются, и при достижении номинального уровня бензина клапан перекрывает дальнейшее поступление топлива.

При расходе топлива поплавки опускаются, игла клапана отходит от седла и бензин снова начинает поступать из бака.

ПОДБОР ЖИКЛЕРОВ

На больших высотах воздух имеет пониженную плотность, поэтому карбюратор со стандартным заводским главным топливным жиклером производит излишне обогащенную топливовоздушную смесь. В результате снижается мощность и экономичность двигателя.

Характеристики двигателя при работе в горных условиях можно улучшить, если установить главный топливный жиклер меньшего диаметра и изменить положение регулировочного винта. При правильной регулировке карбюратора и соответствующем подборе жиклеров падение мощности двигателя будет составлять приблизительно 10% на каждые 1000 м высоты над уровнем моря. Если не менять главный топливный жиклер, мощность двигателя при подъеме на высоту будет снижаться значительно больше.

Перед тем, как заказывать дополнительные жиклеры, проверьте установленный стандартный комплект. Для некоторых типов и вариантов двигателей, а также при поставке в определенные страны возможны некоторые отличия (подробнее см. в главе "Работа на повышенных высотах").

Примечание: Правильно укомплектованный и отрегулированный двигатель на высоте 1500 м способен отдавать приблизительно 85% мощности от максимального значения на уровне моря. Для продолжительной работы под нагрузкой от двигателя не следует требовать отдачи более 85% максимальной мощности.

ТОПЛИВНЫЙ БАК

По возможности следует избегать применения отдельного топливного бака. Если это невозможно, следует обязательно принять следующие меры предосторожности.

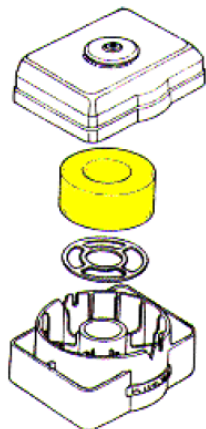
- Стандартный бензобак оснащен топливным микрофильтром из нейлона с размером отверстий 0,05 мм по горизонтали и 0,08 мм по вертикали. Подобный фильтр должен быть включен в тракт системы питания.

- Разница высот между уровнем топлива в баке и в поплавковой камере карбюратора не должна превышать 500 мм.

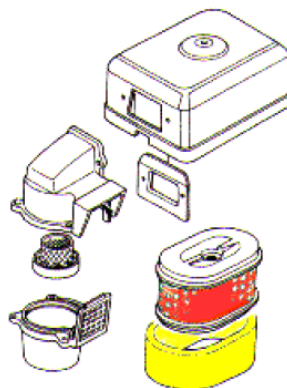
ВОЗДУШНЫЙ ФИЛЬТР

В некоторых особо экстремальных условиях можно порекомендовать изменить направление притока воздуха в воздушный фильтр.

Воздушный фильтр с масляной ванной



Воздушный фильтр центробежного типа



РАБОТА НА СЖИЖЕННОМ ГАЗЕ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЖИЖЕННОГО ГАЗА В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Основными компонентами сжиженного газа являются пропан и бутан. Пропан представляет собой побочный продукт перегонки нефти. Он дает исключительно мало продуктов сгорания и является относительно эффективным топливом. Благодаря этому сжиженный газ может использоваться в качестве топлива в двигателях, работающих в хорошо вентилируемых помещениях. Однако пропан не свободен и от недостатков. Он заставляет двигатель работать при более высоких температурах. Кроме того, снижается смазывающее действие топливной смеси на направляющие втулки клапанов, так как в роли топлива выступает газ, а не жидкость.

При преобразовании бензинового двигателя для работы на сжиженном газе (с той же степенью сжатия) выход полезной мощности снижается, поскольку объемная теплотворная способность сжиженного газа меньше, чем у бензина:

- Бензин: 7390 ккал/л
- Пропан: 6113 ккал/л

(В двигателях «Honda» серии GX используется сжиженный газ, в состав которого входит не менее 95% пропана, чтобы облегчить воспламенение).

В то же время, по сравнению с бензином сжиженный газ выделяет при горении меньше углерода (т.е. сажи) и окиси углерода, так что выхлопные газы оказывают пониженное загрязняющее воздействие.

Особенности конструкции двигателей для работы на сжиженном газе

Седла клапанов в головке цилиндра: Ширина седла впускного и выпускного клапанов увеличена до 2.2 мм для улучшения теплоотдачи (кроме двигателей GX160/200).

Выпускной клапан: Ширина основания увеличена до 3.5 мм для улучшения теплоотдачи (кроме двигателей GX160/200).

Выпускной клапан: Ширина основания увеличена до 3.5 мм для улучшения теплоотдачи и на лицевую поверхность дополнительно нанесено покрытие из стеллита (кобальтохромовольфрамовый сплав) для повышения износостойкости (кроме двигателей GX160/200).

Устройство для вращения выпускного клапана: Удалено и заменено таким же держателем, что и на впускном клапане, чтобы исключить износ седла и кромки

клапана, вызванный вращением клапана в условиях пониженной смазывающей способности топлива на основе пропана.

Вентилятор принудительного воздушного охлаждения: При использовании в машинах для натирки полов устанавливается фильтр очистки охлаждающего воздуха.

Карбюратор: Адаптированный для работы на сжиженном газе, с увеличенным носиком распылителя (размером 2.65-4.5 мм).

Примечание: Применяемые клапаны имеют следующую маркировку:

	GX160/200	GX240/270	GXV, GX340/390	GXV, GX610/620
БЕНЗИН	INF/EXF	Z2	Z3	J
ПРОПАН	INF/EXF	E2G	P9	J1G

Для работы на сжиженном газе на рабочую кромку выпускного клапана наносится стеллитовое покрытие (кроме моделей GX160/200). Это сделано, чтобы предотвратить обгорание и эрозию кромки клапана из-за повышенной температуры сгорания и худших смазывающих свойств топлива на основе сжиженного пропана. В процессе ремонта не притирайте и не шлифуйте клапаны, так как при этом будет повреждено защитное покрытие.

НЕ ПРИМЕНЯЙТЕ РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ ТОПЛИВА ПООЧЕРЕДНО

Если использовать бензин (выделяющий значительно больше углерода) в качестве топлива для двигателя, предназначенного для работы на сжиженном газе, углеродные отложения могут оседать на увеличенном седле клапана и рабочей кромке, что приведет к снижению компрессии и может вызвать другие неисправности.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МАСЛА ПРИ РАБОТЕ ДВИГАТЕЛЯ НА СЖИЖЕННОМ ГАЗЕ

1. Масло для газовых двигателей

2. Масло для тяжелого режима

При температуре выше 0° используются: Valvoline HP030

Penzoil HD30 Castrol HD30

При температуре ниже 0° используется: SAE 5W-30 (API классификация SG, SH)

Для двигателей, работающих на сжиженном газе, охлаждение и смазка клапанов особенно важны; поэтому не рекомендуется применять обычные универсальные масла для бензиновых двигателей, так как это может привести к застреванию клапанов, повышенному расходу масла и сокращению сроков его службы.

КОМПЛЕКТ ГАЗОВОГО РЕГУЛЯТОРА

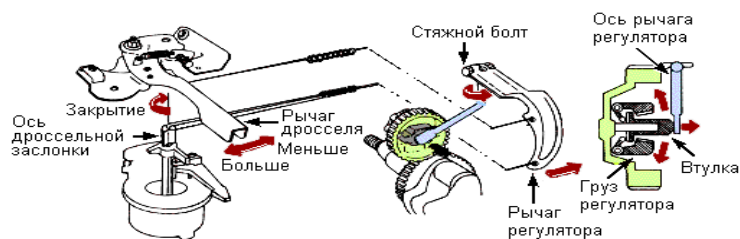
Регулятор для сжиженного газа, шланги, соединители и т.п. необходимо заказать на месте использования отдельно в соответствии с руководством по применению для сторонних производителей конечного оборудования. Гарантийные обязательства корпорации Honda не распространяются на случаи отказов, вызванных перечисленным оборудованием. Необходимо проинструктировать производителя конечного оборудования в отношении соблюдения всех необходимых мер предосторожности при использовании двигателей, работающих на сжиженном газе.

РЕГУЛЯТОР ОБОРОТОВ ДВИГАТЕЛЯ

Система управления двигателем автоматически поддерживает постоянные обороты двигателя независимо от изменения его нагрузки. Общепринятыми являются регуляторы трех типов: центробежные, воздушно-лопастные и электрические. Все двигатели «Honda» широкого применения основаны на использовании центробежного регулятора оборотов.

Принципы действия регуляторов:

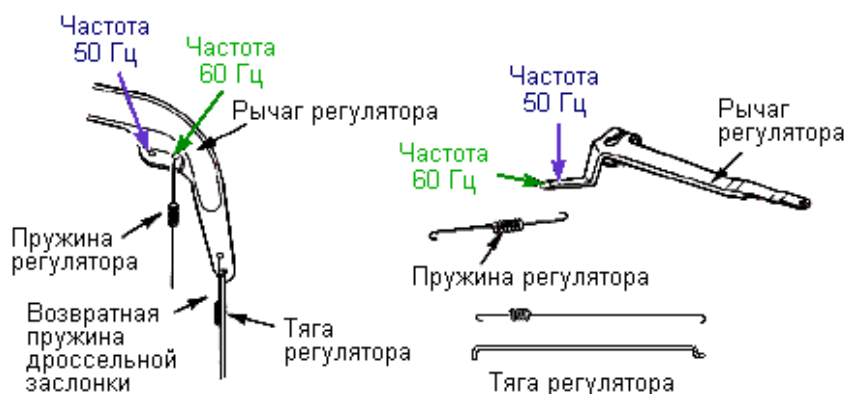
А. Центробежный регулятор



Примечание: Направление стрелок соответствует увеличению числа оборотов двигателя.

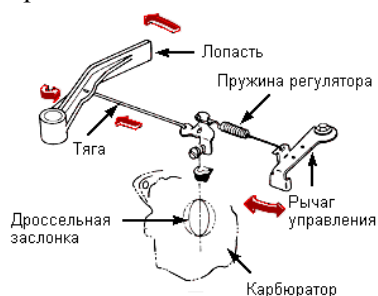
Если в результате снижения нагрузки обороты двигателя увеличиваются, центробежная сила раздвигает грузы регулятора наружу. Это движение через систему тяг передается на дроссельную заслонку, прикрывая ее, в результате чего обороты двигателя уменьшаются. При уменьшении оборотов двигателя регулятор действует противоположным образом, приоткрывая дроссельную заслонку для увеличения числа оборотов. Эти действия повторяются попеременно, поддерживая постоянные обороты двигателя независимо от изменений нагрузки.

Примечание: При использовании двигателей GX 120/260/240/340/360/390 в портативных генераторах переменного напряжения частотой 50 Гц (при максимальной скорости вращения двигателя 3000 об./мин.) работа центробежного регулятора улучшается путем перестановки возвратной пружины регулятора в другое отверстие на рычаге, как показано на рисунке.



Б. Воздушно-лопастный регулятор

Если скорость вращения двигателя возрастает, усиливающийся воздушный поток от вентилятора охлаждения нажимает на лопасть, поворачивая ее. Это движение передается на дроссельную заслонку карбюратора, которая соответствующим образом прикрывается. Такая конструкция регулятора ранее применялась в двигателе "Honda" модели GV 150. Хотя его отличает простота конструкции, характеристики регулятора подобной системы хуже, чем у механического центробежного регулятора.



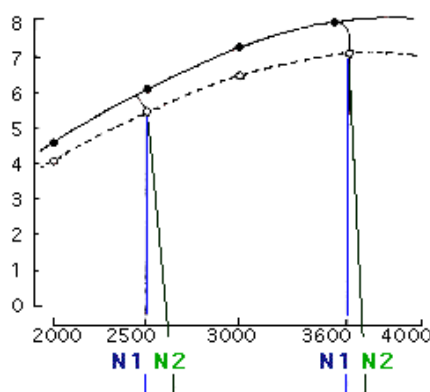
В. Электрический регулятор

При изменении скорости вращения двигателя установленный на карбюраторе датчик давления преобразует величину отклонения скорости в электрический сигнал, управляющий положением дроссельной заслонки.

МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ РАЗНИЦЫ СКОРОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ НА ХОЛОСТОМ ХОДУ И ПОД НАГРУЗКОЙ

При работе двигателя в условиях изменяющейся нагрузки скорость его вращения также меняется, однако падение числа оборотов двигателя не должно превышать 5%. С точки зрения

характеристик регулятора числа оборотов, при уменьшении скорости вращения более чем на 5% происходит полное открытие дроссельной заслонки карбюратора. На этот режим не распространяется действие гарантийных обязательств корпорации Honda.



(N1) - Установившаяся частота вращения двигателя, измеренная при работе под нагрузкой в реальных условиях.

(N2) - Установившаяся частота вращения двигателя, измеренная в тех же условиях при отключении нагрузки.

Допустимыми признаются следующие результаты измерений:

- При номинальных оборотах двигателя, если $\frac{N2-N1}{N1} \times 100\% \leq 5\%$, то режим эксплуатации ориентировочно считается допустимым.
- При пониженной частоте вращения, 2000 об./мин., если $\frac{N2-N1}{N1} \times 100\% \leq 10\%$, то режим эксплуатации ориентировочно считается допустимым.

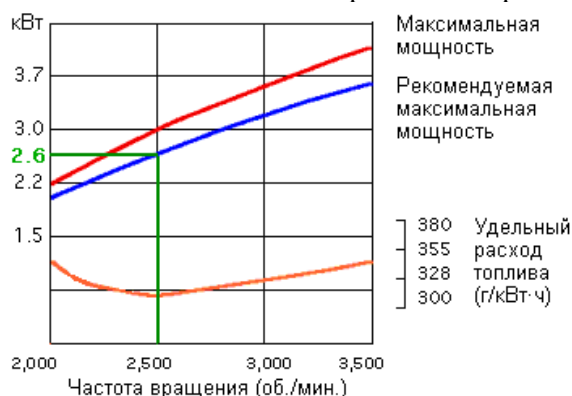
Примечание: При меньших значениях точность вычислений снижается, что затрудняет принятие решения о том, допустим ли данный режим эксплуатации двигателя.

РАСХОД ТОПЛИВА

Величину удельного расхода топлива принято выражать в граммах на киловатт-час (г/кВт-ч). Разные двигатели можно сравнивать по значениям удельного расхода топлива, даже если их рабочие объемы или мощности отличаются.

Эта величина является характеристикой экономичности двигателя и имеет следующий смысл: расход топлива 310 г/кВт-ч означает, что при отдаче в нагрузку мощности 1 кВт в течение одного часа двигатель израсходует 310 г топлива.

Приведем пример использования этой характеристики для расчета расхода топлива двигателем GX 160 при номинальной мощности 2.6 кВт при частоте вращения 2500 об./мин.:



Как видно из графика, количество топлива, расходуемое в течение часа работы при частоте вращения 2500 об./мин., составляет: 310 г/кВт-ч x 2.6 кВт = 806 г/ч.

Принимая значение плотности бензина приблизительно равным 0.73 г/см³ (значение для дизельного топлива - 0.835 г/см³), получаем: 806 г/ч / 0,73 г/см³ = 1104 см³/ч = 1,1 л/ч.

Данный график построен для двигателя, работающего в режиме максимальной эффективной мощности, отдаваемой в нагрузку, а не при работе в реальных условиях. Экономичность двигателя зависит от величины нагрузки, окружающей температуры и высоты над

уровнем моря, поэтому фактические значения расхода топлива могут слегка отличаться от расчетных.

Мощность

Мощность (P) характеризуется величиной работы, выполняемой за определенный период времени, и выражается в ваттах (Вт) и киловаттах (кВт): 1 Вт = 1 Н·м/с, 1 кВт = 1000 Вт.

Устаревшей единицей мощности является лошадиная сила (л.с.). Одна лошадиная сила - это мощность, требуемая для подъема груза весом 75 кг на один метр за одну секунду, т.е.

$$1 \text{ л.с.} = 75 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$$

$$1 \text{ л.с.} = 0,736 \text{ кВт}$$

$$1 \text{ кВт} = 1,341 \text{ л.с.}$$

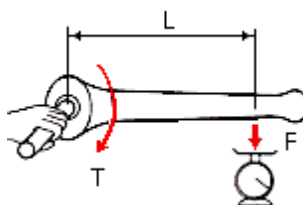
Крутящий момент

Крутящий момент (T) - это усилие вращения, передаваемое одним объектом на другой. Величина крутящего момента вычисляется по формуле:

$$\text{Крутящий момент (T)} = \text{Сила (F)} \times \text{Плечо силы (L)}$$

Крутящий момент измеряется в ньютон-метрах (Н·м). Устаревшей единицей измерения является кг·м.

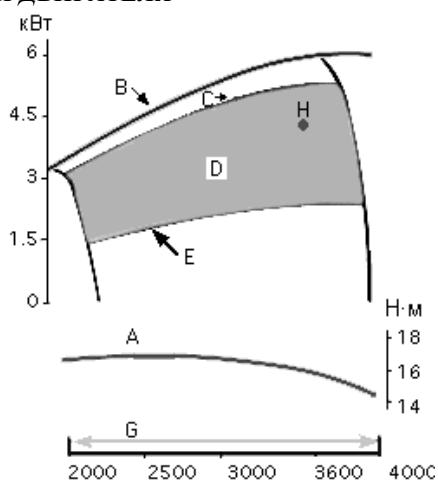
Экономичность двигателя (в отношении расхода топлива) оптимизируется в рабочем диапазоне скоростей вращения при максимальном создаваемом двигателем крутящем моменте.



Взаимосвязь мощности и крутящего момента

Мощность двигателя и его крутящий момент связаны соотношениями: $P = \frac{M \times n}{9550}$ и $M = \frac{P \times 9550}{n}$, где P - мощность двигателя (кВт), M - крутящий момент (Н·м), n - частота вращения (об./мин.).

Рабочие характеристики двигателя



- A. Кривая максимального крутящего момента
- B. Кривая максимальной эффективной мощности
- C. Рекомендуемая максимальная эффективная мощность
- D. Рекомендуемый рабочий диапазон
- E. Рекомендуемая кривая минимальной отдачи
- F. Рекомендуемый диапазон частот вращения
- G. Точка продолжительной работы с номинальной отдачей

Испытания двигателей для определения рабочих характеристик проводятся при 3600 4000 различных условиях и в соответствии с разными стандартами:

SAE в США

Испытания проводятся при стандартных условиях, измеряемых на входе в карбюратор: SAE J1995: Температура подаваемого воздуха 25°C
 Давление подаваемого воздуха (абсолютное) 100 кПа (750 мм рт.ст.)
 Давление подаваемого сухого воздуха 99 кПа (742.5 мм рт.ст.)

JIS в Японии

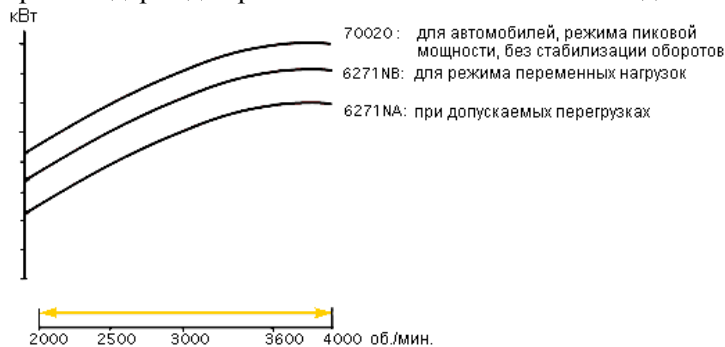
Испытания проводятся при следующих стандартных условиях: JIS B8002: Температура окружающего воздуха 25°C
 Давление 100 кПа (750 мм рт.ст.)

Давление сухого воздуха **DIN в Германии** 99 кПа (742.5 мм рт.ст.)

Испытания проводятся при следующих стандартных условиях: DIN 6271: Температура окружающего воздуха 20°C
 Давление 100 кПа (750 мм рт.ст.)

Относительная влажность 60%
 DIN 7002: Температура окружающего воздуха 20°C
 Давление 760 мм рт.ст.
 Относительная влажность 0%

При этом в Германии в зависимости от области применения двигателя используются три стандарта для режима испытаний бензиновых двигателей:



Кроме того, различие между стандартами состоит в используемых согласно каждому стандарту воздушном фильтре, глушителе, зарядной обмотке генератора и т.д.

СПОСОБ ОЦЕНКИ ОТДАВАЕМОЙ МОЩНОСТИ

Истинное значение отдаваемой мощности должно измеряться с помощью измерителя отдаваемой мощности. В этом разделе представлена упрощенная методика измерения - путем контроля открытия/закрытия дроссельной заслонки карбюратора.

Во время работы, когда дроссельная заслонка карбюратора находится в промежуточном положении между полностью открытым и полностью закрытым состоянием, двигатель отдает приблизительно номинальную мощность. Однако в реальных условиях состояния карбюратора и воздушного фильтра это невозможно подтвердить фактически. В таком случае необходимый контроль достигается путем оценки величины перемещения тяги регулятора, как это изображено на рисунке ниже.

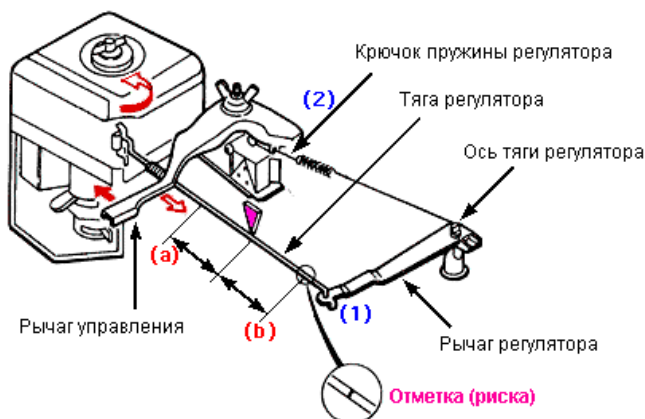
ПРОЦЕДУРА КОНТРОЛЯ

Вначале поверните регулировочный винт рычага в такое положение, чтобы установить максимальные обороты двигателя в отсутствие нагрузки.

На полностью собранном двигателе (с бензобаком, воздушным фильтром и т.п.) передвигайте рычаг управления влево и вправо, наблюдая за перемещением тяги регулятора.

Поверните дроссельную заслонку в направлении полностью открытого положения, передвинув рычаг управления вправо до упора. В этом положении нажмите пальцем на рычаг регулятора числа оборотов (1) - должно ощущаться натяжение пружины регулятора. Затем передвиньте рычаг управления до упора влево, чтобы дроссельная заслонка повернулась в положение, близкое к полному закрытию, и снова нажмите пальцем на конец рычага (1). В этот раз тяга регулятора должна двигаться легче.

Примечание: У некоторых моделей двигателей направление движения рычага регулятора противоположное



Однако, если вследствие особенностей конкретного двигателя нет ощущения свободы перемещения, передвиньте рычаг управления на 5-10 мм влево, прижмите палец к крючку пружины регулятора (2) и убедитесь в наличии зазора.

В этом положении с помощью карандаша или узкой клеящей ленты сделайте отметки (риски) на тяге регулятора и кожухе вентилятора строго под ней. Обозначьте это положение как (а).

Снова нажмите конец рычага (1) до упора; при этом риска передвинется влево. Нанесите строго под ней на кожухе вентилятора отметку (б) и перестаньте нажимать на конец рычага.

Наконец, проведите на кожухе вентилятора пунктирную линию в точке (▼) в середине между положениями (а) и (б). Для проверки слегка нажмите на конец рычага (1), риски на тяге и кожухе должны совпасть. Это положение будет предварительной точкой равновесия между нагрузкой и регулятором в промежуточном положении дроссельной заслонки между открытым и закрытым состоянием.

ПРОВЕРКА ОТДАВАЕМОЙ МОЩНОСТИ ПО ДВИЖЕНИЮ ТЯГИ РЕГУЛЯТОРА

Запустите и прогрейте двигатель, после чего дайте на него нагрузку. Если риска на тяге регулятора не отходит от точки равновесия (▼) за пределы, обозначенные рисками (а) и (б), отвечающими открытому и закрытому положениям дроссельной заслонки, то двигатель отдает в нагрузку приблизительно номинальную мощность.

Однако, если время от времени частота вращения двигателя падает вблизи положения полного открытия дросселя, это является признаком перегрузки.

МОТОРНОЕ МАСЛО И ЕГО РАСХОД

НАЗНАЧЕНИЕ МАСЛА

- Снижение трения между движущимися деталями
- Распределение усилий

Поскольку нагрузка на шариковые и роликовые подшипники, цепи и т.д. действует в одной точке или поперек поверхности, большая сила оказывается приложенной в этой точке. Благодаря маслу площадь приложения силы увеличивается и сила распределяется по этой площади, так что предотвращается концентрация ее в одной точке.

- Охлаждение
Масло охлаждает трущиеся поверхности, отводя выделяющееся на них тепло.
- Предупреждение коррозии
Масляная пленка покрывает металлические поверхности, предотвращая их контакт с кислородом воздуха.
- Повышение компрессии поршневой пары
Поршневые кольца герметизируют зазор в поршневой паре для лучшего использования высокого давления сгорания. Масло помогает лучшей герметизации.
- Очистка
Сажа и отложения накапливаются в масле и выносятся им, что предотвращает появление устойчивых отложений на деталях двигателя.
- Передача и поглощение мощности

Масло в гидравлической муфте для передачи крутящего момента действует как среда для плавной и равномерной передачи мощности. Напротив, масло в амортизаторе служит для поглощения энергии ударов.

ВЯЗКОСТЬ МАСЛА

Важнейшей характеристикой моторного масла является его **вязкость**.

Высокая вязкость: Прочная масляная пленка (хорошее смазывающее действие). Низкая текучесть (высокое сопротивление усилию и избыточная потеря мощности).

Низкая вязкость: Масляная пленка непрочная (сниженное смазывающее действие). Высокая текучесть (невысокое сопротивление усилию и небольшие потери мощности).

Зависимость вязкости от температуры:

При снижении температуры вязкость увеличивается, и возрастают потери мощности. В зависимости от окружающей температуры следует выбирать подходящий тип масла.

Шкала вязкости SAE

Классификация моторных масел основывается на стандартах SAE (Американское общество автомобильных инженеров). Приведенная таблица иллюстрирует связь значения вязкости по этой шкале с окружающей температурой (большие числа соответствуют более

Окружающая температура	
SAE	°C
SAE30	48.9°C ~ 0°C
SAE20	33.3°C - 0°C
SAE20W	26.7°C - 12.2°C
SAE10W	15.6°C - 23.3°C
SAE5W	-12.2°C 34.5°C
SAE10W-30	48.9°C 23.3°C
SAE10W-40	58.9°C - 23.3°C

высоким значениям вязкости).

Выбирайте тип моторного масла, отвечающий температурным условиям эксплуатации.

- Для двигателей с электростартером: -15°C ~ 40°C

- Для двигателей с ручным стартером: -15°C ~ 40°C

- Для керосиновых двигателей: +15°C ~ 40°C.

- Зимой применяйте масло с меньшим числовым значением SAE (менее вязкое), а летом -масло с большим значением (более вязкое).

- Масло с несколькими показателями вязкости обладает всесторонней стабильностью в условиях

сезонных и температурных изменений. Например, масло типа SAE 10W-30 пригодно для использования в качестве всесезонного. При низких температурах оно по вязкости эквивалентно маслу SAE 10W, а в процессе работы обладает такими же смазывающими свойствами, как SAE 30.

- Корпорация Honda рекомендует для применения моторные и трансмиссионные масла, всесторонне испытанные и выпускаемые для двигателей с улучшенными рабочими характеристиками.

°C	-20	-10	0	10	20	30	40
	<hr style="border-top: 3px double #000;"/> Двигатели с электрическим стартером						
	<hr style="border-top: 3px double #000;"/> Двигатели с ручным стартером						
	<hr style="border-top: 3px double #000;"/> Керосиновые двигатели						

СЛУЖЕБНАЯ КАТЕГОРИЯ

При выборе типа моторного масла для конкретной области применения, опирайтесь на:

SAE: показатель вязкости

API: служебная категория (по классификации Американского нефтяного института)

CCMC: служебная категория (по классификации международного инженерного комитета)

В бензиновых двигателях широкого применения следует использовать только моторные масла классов **SE, SF, SG**.

Категории моторных масел для бензиновых двигателей

SA	Для применения в условиях низких механических напряжений, когда не требуются присадки
SB	Для использования в среднем диапазоне механических напряжений. Отличается слабой окисляемостью, стабильными смазывающими свойствами, защищает двигатели от износа и предотвращает коррозию подшипников.
SC	Для применения в бензиновых двигателях, произведенных в период 1964-1967 г.г. и не оборудованных системой PCV. Минимизирует образование отложений в широком температурном диапазоне, а также износ и коррозию двигателя.
SD	Для применения в бензиновых двигателях, произведенных в период 1968-1971 г.г., оборудованных системой PCV. По сравнению с категорией SQ лучше снижает образование отложений в широком температурном диапазоне, износ и коррозию двигателя.
SE	Для применения в бензиновых двигателях, произведенных после 1972 г. По сравнению с категорией SD, лучше препятствует образованию отложений в широком температурном диапазоне, снижает износ и коррозию двигателя.
SF	Для применения в бензиновых двигателях, произведенных после 1980 г. По сравнению с категорией SE, лучше препятствует образованию отложений в широком температурном диапазоне, снижает износ и коррозию двигателя.
SG	Появилось в 1988 г. По своим характеристикам сравнимо с маслом категории SF и отличается дополнительными качественными улучшениями.
SH	Высшая категория моторных масел, введенная с 1992 г.

Категории моторных масел для дизельных двигателей

CA	Для применения в условиях низких и средних механических напряжений в двигателях, работающих на малосернистом дизельном топливе. Снижает коррозию подшипников и образование отложений при высоких температурах, но непригодно для условий высоких механических напряжений.
CB	Для применения в условиях низких и средних механических напряжений в двигателях, работающих на высокосернистом дизельном топливе. По сравнению с категорией CA дополнительно снижает коррозию подшипников и других деталей двигателя.
CC	Для применения в условиях средних и высоких механических напряжений в двигателях без нагнетателей и с турбонаддувом. Иногда используется в бензиновых двигателях, работающих в условиях особо высоких нагрузок. Снижает образование отложений при высоких температурах (а в бензиновых двигателях - и при низких) и коррозию подшипников и других деталей двигателя.
C	Для применения в высокооборотных двигателях без нагнетателей и с турбонаддувом. Снижает образование отложений при высоких температурах и коррозию подшипников и других деталей двигателя.

РАСХОД МАСЛА

Величина расхода масла выражается в см³/ч, т.е. расход 5 см³/ч означает, что двигатель потребляет 5 куб. см масла за час работы. У нового двигателя величина расхода масла обычно выше и оно раньше загрязняется вследствие приработки деталей. Первые 20 часов работы двигателя считаются периодом приработки; в течение этого времени необходимо особо тщательно следить за уровнем и состоянием масла.

ПРОВЕРКА УРОВНЯ МАСЛА И ЕГО ЗАГРЯЗНЕННОСТИ

Перед каждым запуском двигателя в работу необходимо проверить масло и степень его чистоты. В случае повышенной загрязненности - заменить масло.

ЗАМЕНА МАСЛА

Плановая смена масла в двигателе проводится после первых 20 часов приработки и в дальнейшем через каждые 100 часов работы.

- Необходимо всегда поддерживать уровень масла в интервале между максимальной и минимальной отметками, как показано на рисунке.

- Если уровень масла превышает заданный максимум, это может привести к перегреву масла и выбросу избытка через вентиляционное отверстие (сапун).
- Перед консервацией машины для длительного хранения слейте масло из картера и заполните новым маслом до номинального уровня. Если срок хранения превышает 6 месяцев, перед возвращением двигателя в эксплуатацию снова замените масло.

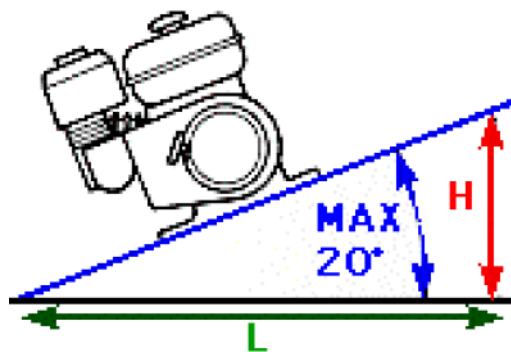
РАБОТА В НАКЛОННОМ ПОЛОЖЕНИИ

Двигатель должен устанавливаться горизонтально с допустимым отклонением не более 20° в любом направлении.

Эксплуатация при более крутых углах наклона может вызвать следующие неисправности:

- Течь топлива из под крышки горловины топливного бака.
- Течь бензина из карбюратора.
- Затрудненная подача топлива в карбюратор.
- Повышенный расход масла.
- Износ двигателя вследствие недостаточного смазывания.
- Отказ системы контроля за уровнем масла.

(L) 10 CM (H) 3.64 CM
(L) 20 CM (H) 7.3 CM



Проконтролировать величину угла наклона 20° без использования транспорта или креномера можно с помощью указанных на рисунке линейных размеров.

Двигатели следует хранить и эксплуатировать в горизонтальном положении. Если по условиям монтажа двигатель должен работать в наклонном положении, обязательно измеряйте угол, при котором двигателю предстоит работать в реальных условиях эксплуатации.

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ

РАБОЧИЙ ДИАПАЗОН ТЕМПЕРАТУР

Корпорация Honda рекомендует эксплуатировать выпускаемые двигатели в следующих интервалах температур окружающего воздуха:

Модель	Диапазон температур
Все двигатели с горизонтальным коленчатым валом	-15°C ~ +40°C
Двигатели с вертикальным коленчатым валом моделей GXV 120/ 140/ 160/ 270/ 340/ 390	-5°C ~ +40°C
Двигатели на керосиновом топливе	+15°C a +40°C
Двигатель GX 360K1/640 с водяным охлаждением	-15°C a +40°C

УСТАНОВКА ДВИГАТЕЛЯ ПОД КАПОТОМ ИЛИ В КОЖУХЕ

Кожух двигателя способствует быстрому образованию тепла, поэтому строго соблюдайте следующие меры предосторожности:

- Обеспечьте достаточный приток свежего воздуха к воздушному фильтру и вентилятору системы охлаждения.
- Обеспечьте свободный выход выхлопных газов в атмосферу.
- Обеспечьте незатрудненный отток воздуха из системы охлаждения в атмосферу.
- Проверьте, что струя горячего воздуха не попадает на топливный бак.
- Убедитесь, что после работы в нормальном режиме двигатель легко запускается.

Для учета максимально допустимых температур частей двигателя необходимо измерить температуру на двигателе и окружающую температуру, после чего пересчитать результат измерения в расчете на окружающую температуру 40°C и сопоставить с данными таблицы:

Значения максимальных температур при окружающей температуре 40°C	
Температура в месте ввертывания свечи зажигания	не более 270°C
Температура масла у сливной пробки	не более 140°C
Температура бензина в топливном баке (на уровне 10 мм от дна)	не более 60°C
Температура бензина в поплавковой камере	не более 60°C
Температура наружного воздуха	не более 40°C

Для перерасчета используется формула:

$40^{\circ}\text{C} - (\text{Температура наружного воздуха}) + (\text{Измеренная температура на двигателе}) < \text{МАХ}$

Пример: Температура масла в двигателе 100°C, окружающая температура 20°C. $40^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} + 100^{\circ}\text{C} = 120^{\circ}\text{C} < 140^{\circ}\text{C}$. Режим является допустимым.

Стандартные значения для двигателя с водяным охлаждением GX 360 K1	
Температура охлаждающей воды (у сливного отверстия)	не более 105°C
Температура воды на входе (у всасывающего отверстия)	не более 60°C
Температура внутри отсека зубчатого ремня привода распределительного вала	не более 100°C
Температура поверхности водяного шланга: при продолжительной работе под нагрузкой после остановки	не более 110°C не более 130°C
Температура в зоне прокладки головки блока (со стороны выпускного клапана)	не более 150°C

СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

- Для измерения температуры в указанных точках применяется контактный термометр термоэлектрического типа (с датчиком на основе термопары).

- В ходе измерений необходимо поддерживать значение частоты вращения двигателя в пределах рекомендованного диапазона. Температура должна измеряться в условиях предполагаемой типичной нагрузки в ходе эксплуатации.

- Измерения выполняются после прогрева двигателя. Реальные эксплуатационные испытания следует проводить в течение минимум одного часа работы при постоянной нагрузке, снимая показания через каждые 10 мин., пока температура не стабилизируется.

- Необходимо выбирать такую схему применения двигателя, чтобы соответствующие температуры были ниже указанных в таблице максимально допустимых значений. Измерения следует проводить в максимально жестких температурных условиях для того времени года, когда данное оборудование будет эксплуатироваться.

- Измерение температуры в месте ввертывания свечи зажигания измеряется с помощью термопары, припаянной к медной прокладке такого же размера, как штатная прокладка свечи.

Примечание: При установке на место свечи вместе с таким датчиком необходимо повернуть прокладку так, чтобы место припайки датчика термопары не находилось напрямую в потоке охлаждающего воздуха.

- Температура масла измеряется с помощью датчика термопары, прикрепленного к центру сливной пробки или крышки заливной горловины.

- Температура топлива в бензобаке измеряется при полном баке с помощью шупа термопары, вставленного в центре крышки бака таким образом, чтобы датчик располагался на высоте 10 мм от дна бензобака.

- Для измерения температуры в поплавковой камере карбюратора используется сливная пробка с высверленным отверстием, куда вставлен датчик термопары.

Измеритель температуры

Для измерений применяется портативный измеритель температуры термоэлектрического типа с цифровым жидкокристаллическим индикатором и шестью переключаемыми входами для датчиков на основе термопары.

ПРИМЕНЕНИЕ В ХОЛОДНОМ КЛИМАТЕ (ПРИ МОРОЗАХ ДО -15°C)

При использовании оборудования в местности с холодным климатом, даже при температуре **около -10°C** из-за ветра или специфических условий применения могут наблюдаться значительные температурные изменения. Поэтому необходимо проводить проверочные испытания непосредственно на месте использования. Имеет смысл также принять следующие предупредительные меры:

- Установить слегка повышенные обороты холостого хода.
- Залить моторное масло с показателем вязкости, более соответствующим температурным условиям эксплуатации.
- Применять аккумуляторную батарею большей емкости и поддерживать ее в полностью заряженном состоянии.
- Нанести на рычаг регулятора, пружину и систему дистанционного управления слой низкотемпературной смазки.
- Слить накопившуюся воду из топливного бака, фильтра и поплавковой камеры.
- Воздухоочиститель фильтрующего типа проявляет тенденцию к закупориванию при замерзании, что может привести к потере мощности двигателя, недостаточной частоте вращения и даже остановке.
- При определенных температурных условиях приток охлаждающего воздуха через отверстия в корпусе ручного стартера целесообразно заблокировать с помощью клейкой ленты или дополнительного кожуха.

Если оборудование необходимо оставить на улице на ночь, укрывайте его во избежание повреждений от дождя или снега.

ПРИМЕНЕНИЕ В ОСОБО СУРОВОМ КЛИМАТЕ

При выборе и применении двигателя для особо холодных условий (**ниже -15°C**) обратитесь за указаниями к представителям корпорации Honda.

Для сохранения всех качественных характеристик двигателя он прежде всего должен работать в предписанных спецификациями условиях. Если двигатель остается на открытом воздухе и эксплуатируется при особо низких температурах, ниже разрешенного предела, то вязкость масла возрастает и повышенное сопротивление может вызвать трудности при запуске или течь масла из-за затвердевания кромки сальника или повышения давления в картере вследствие замерзания канала сапуна.

Кроме того, при сильных морозах возможно появление трещин на пластмассовых и резиновых деталях.

Ниже приводится график зависимости условий надежного запуска двигателя от окружающей температуры и вязкости масла. На величину крутящего момента, необходимого для запуска двигателя в холодную погоду, оказывает существенное влияние вязкость применяемого моторного масла. По этой причине следует всегда применять масло, показатель вязкости которого максимально соответствует окружающей температуре.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Не допускается постоянная эксплуатация двигателей при окружающей температуре выше 40°C. Если все же требуется применять двигатели «Honda» в таких условиях, то необходимо внимательно рассмотреть тип двигателя, используется ли он в кожухе или в полностью открытом состоянии, в какое оборудование он входит, как и с какой нагрузкой используется и прочие факторы, подлежащие анализу на месте или по подробной документации от изготовителя оборудования.

При повышении температуры всасываемого воздуха его плотность падает (аналогично поведению на больших высотах), отчего уменьшается отдаваемая двигателем мощность. Двигатель нуждается в воздухе для сгорания топлива, а также принудительного и естественного охлаждения. Поэтому для безотказной работы важно, чтобы не превышались допустимые предельные температуры.

Необходимо всячески ограничить эксплуатацию двигателей при столь неблагоприятных условиях, для чего:

- не допускать падения оборотов двигателя более 3% при продолжительной работе под нагрузкой, меньшей номинального значения;
- соблюдать указанные выше предельные значения температуры деталей двигателя, пересчитанные для окружающей температуры 40°C.

При установке звукоизолирующего сплошного кожуха возможен перегрев двигателя и выход его из строя, поэтому в условиях повышенных температур кожух не должен использоваться.

ВИБРАЦИЯ И ШУМ

Человек воспринимает вибрацию посредством осязания, а шум - органами слуха. Поэтому шумы и вибрацию принято обсуждать отдельно, хотя по существу их природа одинакова. Шумом обычно называют звуки, которых не должно быть, которые звучат слишком громко или оказывают неприятное воздействие. Звук представляет собой изменения давления (т.е. вибрацию) воздуха, поэтому оба этих вида колебаний описываются одинаковой характеристикой - частотой, измеряемой числом периодов в секунду, (герцы, Гц). В диапазоне частот до 20 Гц могут ощущаться только вибрации, колебания с частотами от 20 Гц до 20 кГц воспринимаются как звук или звук в сочетании с вибрацией. Колебаний с частотой выше 20 кГц (ультразвуковые) человек не слышит и не воспринимает как вибрация, но они могут оказывать неблагоприятное воздействие.

ПЕРЕДАЧА ВИБРАЦИЙ И ШУМА

Вибрации и шумы передаются по сути одним и тем же способом. *Вибрирующая* (или колебательная) *система* - это общее название для всех элементов, подлежащих рассмотрению при анализе причин шумов и вибраций и их предотвращении.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИБРАЦИЙ

Размах и *амплитуда* (в мм или мкм) характеризует величину максимального отклонения в ходе колебания (т.е. высоту волны). Как показано на рисунке, может измеряться амплитуда A или размах (двойная амплитуда) D вибрации.

Частота колебаний F измеряется в герцах и равна числу полных периодов колебаний в секунду.

Период T - это суммарная длительность положительной и отрицательной полуволн колебания. Период и частоту связывает соотношение: $T = 1/f$.

СОБСТВЕННАЯ ЧАСТОТА

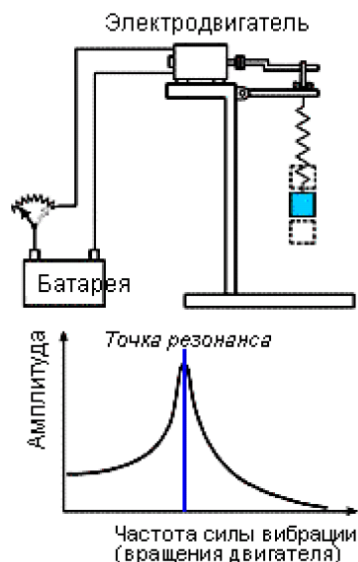
Частота колебаний в системе, состоящей из груза и пружины, определяется только массой груза и жесткостью пружины, т.е. является специфичной для каждой конкретной системы. Эта частота называется *собственной частотой*.

1. Чем выше жесткость пружины, тем больше значение собственной частоты.
2. Чем больше масса груза, тем меньше значение собственной частоты.
3. Амплитуда колебаний зависит от внешней силы, действующей на груз; при этом частота колебаний остается постоянной, равной собственной частоте.

РЕЗОНАНС

Резонансом называется такое условие, когда частота силы, возбуждающей колебания, совпадает с собственной частотой колеблющейся системы.

1. При низкой частоте приложения силы вибрации груза движется с небольшой амплитудой.
2. По мере увеличения частоты вибрации амплитуда колебаний возрастает.
3. Наконец, при возрастании частоты она достигает значения собственной частоты системы. При этом амплитуда колебаний становится максимальной. Это состояние называется резонансом, а соответствующее значение частоты - точкой резонанса.
4. Если частота действия силы вибрации переходит за точку резонанса, амплитуда колебаний постепенно снижается.



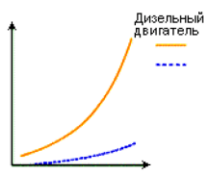
ВИБРАЦИОННОЕ УСКОРЕНИЕ

Ускорение измеряется величиной изменения скорости за определенный период времени и измеряется в м/с^2 или см/с^2 .

Вибрационное ускорение часто измеряется в единицах G, базирующихся на величине ускорения силы тяжести:

$$1G = 9.8 \text{ м/с}^2 = 980 \text{ см/с}^2$$

УРОВЕНЬ ВИБРАЦИИ



Уровень вибрации измеряется логарифмом отношения вибрационных ускорений и выражается в **децибелах** (дБ). Органы чувств человека обладают характеристиками, в чем-то схожими с логарифмической шкалой.

Мы склонны воспринимать вибрацию двигателя скорее в пропорции к увеличению частоты вращения, тогда как в действительности с ростом скорости вращения вибрация резко возрастает.

Если выразить уровень вибрации в дБ, то становится значительно легче следить за его изменением в пределах всего диапазона частот вращения двигателя, как видно из приводимого рисунка (на верхнем графике используется абсолютная шкала, а на нижнем - логарифмическая).

СПОСОБЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВИБРАЦИИ

Вибрация характеризуется амплитудой, частотой и вибрационным ускорением. В машиностроении вибрации чаще всего обсуждаются в терминах вибрационных ускорений, выраженных в единицах G, и уровнем в дБ. Для использования измерителя вибраций (вибromетра) необходимо знать вид его индикаторной характеристики, частотную характеристику фильтров и вид датчика.

ИНДИКАТОРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВИБРОМЕТРА

Различают следующие виды характеристик измерителя (на рисунке показаны измеряемые уровни):

Пиковый (Peak)

Пиковый измеритель применяется для измерения импульсных вибраций и фиксирует пиковые значения кривой, т.е. амплитуду колебания.

Эквивалентный пиковый (EQ peak)

Эквивалентное пиковое значение для вибрационного колебания равно амплитуде, которое получается при коррекции формы колебаний до синусоидальной. Такая характеристика обычно используется при обсуждении вибрации автомобилей и двигателей.

Среднеквадратичный (RMS)

Среднеквадратичное значение составляет $1/\sqrt{2}$ от эквивалентного пикового значения вибрации.

ЧАСТОТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЛЬТРОВ

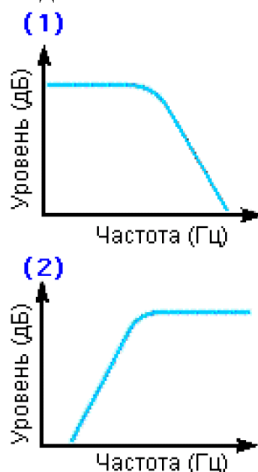
Если в ходе измерения вибрации захватывается нежелательный частотный диапазон, результаты измерений могут содержать значительные ошибки. По этой причине обычно применяются фильтры, позволяющие подавить при измерениях определенные диапазоны частот.

(1) Фильтр низких частот (ФНЧ)

Эти фильтры строятся так, чтобы пропускать колебания только в области низких частот. Колебания с частотой выше граничной подавляются.

(2) Фильтр высоких частот (ФВЧ)

Эти фильтры строятся так, чтобы пропускать только высокочастотные колебания. Колебания с частотой ниже граничной подавляются.



Точка ИЗМЕРЕНИЯ ВИБРАЦИИ

Пьезоэлектрический датчик ускорения устанавливается спереди или сзади на основании двигателя посередине между крепежными болтами, как изображено на рисунке ниже.

В точке измерения необходимо удалить грязь и масло с поверхности двигателя и прикрепить датчик быстросхватывающим клеем. Такой способ обеспечивает прочность крепления и надежность измерений во всем частотном диапазоне.

Примечание: Необходимо соблюдать осторожность, поскольку клеевое крепление может нарушиться при ударе. Снимать датчик следует, осторожно поддевая его отверткой с тонким жалом, чтобы не повредить ударом.

Измерение вибрации на некоторых видах оборудования может вызвать трудности. В таких случаях следует применять более современное оборудование для измерения вибраций на монтажном основании двигателя.

Виды ДАТЧИКОВ

Существуют разнообразные типы датчиков вибрации, однако чаще всего используются только два из них - электрокинетический (датчик скорости) и пьезоэлектрический (датчик ускорения), - по причине исключительной стабильности и простоты применения. Для измерения вибрационного ускорения автомобилей и двигателей внутреннего сгорания чаще других используются пьезоэлектрические датчики.

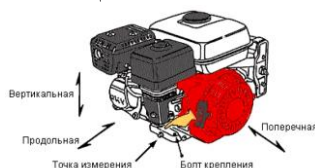
Необходимо помнить следующие важные правила:

- Рабочее направление датчика должно совпадать с измеряемым направлением колебаний вибратора.
- Необходимо выбирать датчик возможно меньшей массы по сравнению с массой измеряемого объекта. Если датчик слишком тяжелый, он сам по себе будет играть роль демпфирующей массы. Датчик малого размера, однако, менее чувствителен и потому дает малый выходной сигнал. Это приводит к повышению нижнего предела диапазона измеряемых частот вибрации. Таким образом, важно выбрать датчик оптимальной массы.
- Другой полезный инструмент, который применяется при исследовании и подавлении вибрации - стробоскопический тахометр (строботахометр). Этот прибор позволяет зрительно остановить движение и этим сильно помогает при размещении элементов жесткости на оборудовании.

СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ВИБРАЦИИ

Используется цифровой вибромметр с фиксацией максимальных показаний. С его помощью измеряются среднеквадратичные и пиковые значения по трем осям - вертикальной, продольной и поперечной.

Примечание: Вибромметр для измерения вибрации двигателя должен быть оборудован фильтром низких частот с частотой среза 500 Гц.



$$\text{Среднеквадратичное значение} = \text{Эквивалентное пиковое значение} \times \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

Шум

При оценке того, насколько конечная продукция отвечает нуждам потребителя, важную роль играет низкий уровень шума, производимого при работе. На шумность оборудования влияет его конструкция; шум также тесно связан с вибрацией и резонансными явлениями.

Звук - это волновое движение, которое возникает, когда звуковой источник воздействует на близкорасположенные частицы воздуха, вовлекая их в движение. Это движение постепенно распространяется на частицы, расположенные все дальше и дальше от источника. В воздухе звук распространяется со скоростью приблизительно 340 м/с. В жидкостях и твердых телах скорость распространения звука выше и составляет 1500 м/с в воде и 5000 м/с в стали.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВУКОВ

Звук характеризуется амплитудой, частотой и формой сигнала. Им соответствуют такие понятия, как «громкость», «высота тона» и «тембр».

1. Громкость звука определяется его амплитудой. Два звука могут иметь одинаковую частоту и форму сигнала, но их громкость будет различной в зависимости от амплитуды. Если ударять по камертону с различной силой, будут слышны звуки разной громкости.

2. Высота тона звука определяется его частотой. Два звука могут иметь одну и ту же амплитуду и одинаковую форму сигнала, но высота тона будет различной, если частоты колебаний отличаются. Если ударять по камертонам с ножками отличающейся длины, они будут издавать звуки с различной высотой тона. Диапазон слышимых человеком звуков лежит между частотами 20 Гц и 20000 Гц.

3. Тембр звука определяется формой сигнала. Два звука могут иметь одинаковую амплитуду и частоту сигнала, но различаться тембром, если формы колебаний в обоих случаях не одинаковы. Например, звучание камертона и настроенной по нему гитары отличаются по тембру.

РЕЗОНАНС

Если частота колебаний воздуха, вызванные движением вибратора (механическая вибрация или звук), совпадает с собственной частотой пространства, в котором они распространяются, возникает стоячая волна и звук становится сильнее. Это явление называется акустическим резонансом. Собственная частота этого пространственного объема определяется его формой и называется *резонансной частотой*.

В большинстве случаев звук состоит из нескольких тональных сигналов с различными частотами и амплитудами. Мешающее воздействие звука зависит не только от его уровня. Частота также влияет на степень беспокойства - звуки с более высокой частотой тона являются более раздражающими. При одном и том же уровне звука чистый тон оказывает большее мешающее воздействие, чем сложный звук, состоящий из большого числа тональных сигналов.

УРОВЕНЬ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ

Звук создает давление, поддающееся измерению, хотя и очень небольшое. Единица измерения давления - паскаль (Па) - соответствует величине 1 Н/м², которая в 100 000 раз меньше атмосферного давления.

Величина давления, создаваемого звуком, изменяется поэтому в очень больших пределах - от 20 мкПа (порог слышимости) до 100 000 000 мкПа = 100 Па (болевого предел). Такие широкие пределы абсолютного изменения величины использовать неудобно, поэтому была предложена

относительная, логарифмическая шкала, по которой уровень звукового давления измеряется в децибелах (дБ).

За начало отсчета этой шкалы принимается порог чувствительности звука при частоте 1 кГц: **0 дБ (А) = 20 мкПа**

Это позволяет отобразить весь диапазон изменения звукового давления от 20 до 10 мкПа в сжатом виде на шкале от 0 до 134 дБ. Органы слуха человека способны обнаруживать изменения уровня звука уже с величины 1 дБ. Если в слышимом диапазоне частот уровень звука изменяется на 10 дБ, человек субъективно воспринимает это как увеличение или уменьшение громкости в два раза.

УРОВЕНЬ АКУСТИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ

В соответствии с правилами ЕС, уровень шума механизмов, предназначенных для использования вне помещений, определяется уровнем акустической мощности L_{wa} , выражаемым в дБ (А):

$$L_{wa} = L_p A_m + 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{S}{S_0} \right) + K_2$$

РАСПОЛОЖЕНИЕ И КОЛИЧЕСТВО ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТОЧЕК

В принципе, в случае полусферы необходимо проводить измерения в 12 точках со следующими координатами:

$$x = (x/k)x$$

$$y = (y/k)y$$

$$z = (z/k)z,$$

где коэффициенты (x/k) , (y/k) и (z/k) (или значение высоты z) берутся из следующей таблицы:

	x / r	y / r	z / r	z
1	1	0	-	1.5 м
2	0.7	0.7	-	1.5 м
3	0	1	-	1.5 м
4	-0.7	0.7	-	1.5 м
5	-1	0	-	1.5 м
6	-0.7	-0.7	-	1.5 м
7	0	-1	-	1.5 м
8	0.7	-0.7	-	1.5 м
9	0.65	0.27	0.71	-
10	-0.27	0.65	0.71	-
11	-0.65	-0.27	0.71	-
12	0.27	-0.65	0.71	-

Величина радиуса r зависит от размеров испытываемого источника звука, например, электрического генератора.

<i>Размеры генератора</i>	<i>Радиус, r</i>
< 1.5 м	4 м
1.5 – 4 м	10 м
> 4 м	16 м

Изображение маркировки уровня акустической мощности в соответствии с правилами ЕС:



Некоторые допустимые уровни акустической мощности L_{wa} в дБ (А):
(подробная информация содержится в правилах ЕС)

	Тип	
Газонокосилка, в зависимости от ширины скашивания:	≤50 см	96 дБ
	50-120 см	100 дБ
	≥120 см	105 дБ
Генератор, в зависимости от мощности:	≤2 кВА	102 дБ
	2-8 кВА	100 дБ
	≥8 кВА	100 дБ
Отбойный молоток или бетонолом, в зависимости от массы:	≤20 кг	108 дБ
	20-35 см	111 дБ
	≥35 см	114 дБ

СПОСОБЫ ИЗМЕРЕНИЯ ШУМА

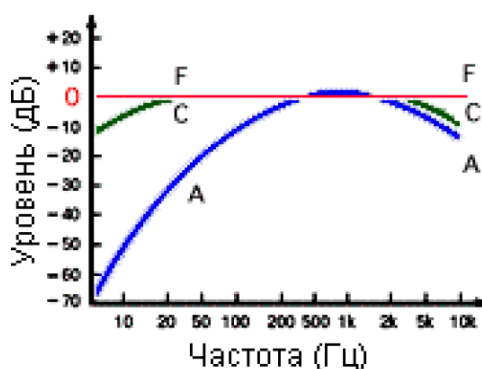
Чувствительность человеческого слуха зависит от частоты звука. По этой причине многие измерители уровня звука и шумомеры имеют компенсированную частотную характеристику с возможностью переключения вида зависимости (А, В, С, F) в соответствии с условиями измерений.

- **Характеристика А**

При использовании измерителя уровня с характеристикой А производится компенсация измеренных значений аналогично тому, как это происходит в органах слуха человека. Этот вид характеристики применяется чаще всего при измерениях шума от автомобилей и механизмов. Иногда это указывается вместе с единицей измерения - дБ (А).

- **Характеристика В**

Зависимость этого вида лежит между характеристиками А и С. Такой закон на сегодняшний день вышел из употребления.



- **Характеристика С**

К этому типу относится характеристика, близкая к равномерной, которая вынужденно используется в частотном анализе вместо характеристики типа F, если последняя отсутствует или недоступна по техническим причинам.

- **Характеристика F**

Совершенно плоская характеристика без частотной компенсации, применяемая при частотном анализе звуков.

Связь уровня с числом источников звука

1. Если число одинаковых источников звука удваивается, уровень увеличивается на 3 дБ, т.е. уровень от двух идентичных звуковых источников (по 60 дБ каждый) будет составлять 63 дБ, а не 120 дБ.
2. Если число таких звуковых источников увеличивается в десять раз, суммарный уровень будет составлять 70 дБ, а не 600 дБ. По субъективному ощущению совокупный шум от этих источников будет звучать в два раза сильнее, чем от одного источника звука.
3. Если имеется два различающихся источника шума, суммарный уровень при их одновременной работе возрастает на величину, зависящую от разности исходных уровней, которая находится по следующему графику.

Пример: Если имеется два источника шума, которые на расстоянии 7 м обладают интенсивностью уровня 75 дБ (А) и 77.5 дБ (А), то при такой разности уровней шума в 2.5 дБ (А)

прирост составит приблизительно 2 дБ (А). В результате суммарный уровень шума от двух источников будет составлять 79.5 дБ (А).

ИСТОЧНИКИ ВИБРАЦИИ И ШУМА В ДВИГАТЕЛЕ

Поскольку в цилиндре двигателя происходит сгорание топлива, а многие детали находятся в движении, в нем возникает много видов сил, возбуждающих вибрации. Эти силы вызывают вибрацию самого двигателя, который становится вибратором (и источником шума). Кроме того, вибрации передаются на основание двигателя и оборудование, в котором он смонтирован.

ВИБРАЦИОННЫЕ СИЛЫ В ДВИГАТЕЛЕ

Вибрационные силы в двигателе внутреннего сгорания генерируются многими факторами, два из которых имеют особую важность. Один из них - *давление сгорания* топлива в камере сгорания. Другой - это *силы инерции*, вызываемые возвратно-поступательным движением поршня и вращением коленчатого вала. Указанные факторы возбуждают вибрации и колебания крутящего момента двигателя. Передача колебаний происходит через элементы крепления двигателя и другие детали, соединенные с ним.

Помимо перечисленных, имеются и другие факторы, связанные с механическим движением элементов двигателя и вызывающие шум двигателя.

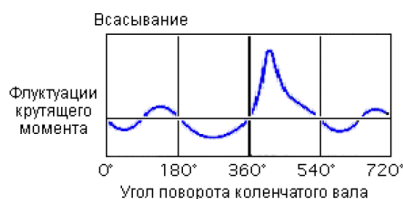
ДАВЛЕНИЕ СГОРАНИЯ

Вибрационная сила, причиной которой является давление сгорания, вызывает флуктуации крутящего момента на коленчатом валу. Эти флуктуации затем передаются на внешнее оборудование.

Вибрационная сила также действует на блок цилиндра как сила реакции, вызывающая вибрацию двигателя. Флуктуации давления сгорания имеют меньшую величину при большой частоте вращения двигателя и в многоцилиндровых двигателях.

В случае одноцилиндрового четырехтактного двигателя давление сгорания изменяется от такта всасывания к такту сжатия и, после воспламенения, от рабочего хода до такта выпуска. Перечисленные изменения происходят на протяжении двух оборотов коленчатого вала двигателя.

Характер флуктуаций крутящего момента в одноцилиндровом четырехтактном двигателе иллюстрирует приводимый график.



Неравномерность крутящего момента вычисляется по формуле $\frac{N}{60} \times K$

N – частота вращения двигателя, об./мин.

$K=1/2$ для одноцилиндрового двигателя, в котором давление сгорания возникает один раз за два оборота коленчатого вала.

СИЛЫ ИНЕРЦИИ

Вибрационные силы инерции вызываются кривошипно-шатунным механизмом и дисбалансом вращающихся деталей. Вибрационные силы инерционной природы можно разделить на две группы: вызываемые вращающимися телами и телами, совершающими возвратно-поступательное движение.

Силы инерции могут быть сведены к минимуму надлежащей конструкцией поршневой группы и формой коленчатого вала, однако несбалансированная сила инерции наверняка останется (для ее устранения может применяться так называемый вал системы уравнивания - балансирный вал). Силы инерции, вызываемые вращением, устраняются с помощью балансировочных грузов.

Вибрационные силы, возникающие из-за дисбаланса вращающихся деталей, всегда образуют первичную компоненту для двигателя, независимо от числа его цилиндров (поскольку возникает одна вибрационная сила на каждом обороте коленчатого вала).

Вращающимися деталями, которые вызывают вибрации, могут быть коленчатый вал, маховик, шкив и т.д. Вызываемая дисбалансом сила возрастает пропорционально квадрату частоты вращения, поэтому вибрация из-за несбалансированных вращающихся деталей становится более заметна на высокооборотных двигателях.

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ВИБРАЦИИ

Этот вид вибраций вызывается несбалансированной силой инерции массы, совершающей возвратно-поступательное движение. Амплитуда вибрации остается почти постоянной во всем интервале частот вращения.

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ И КАЧАЮЩИЕСЯ ВИБРАЦИИ

Эти вибрации в наибольшей степени вызываются флуктуациями давления сгорания при низких скоростях вращения, тогда как вибрации вследствие дисбаланса вращающихся деталей чаще возникают при больших скоростях вращения.

МЕХАНИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ

Шумы, производимые вибрациями и механическим движением деталей, называются механическим дрожанием или стуком. К числу таких стуков относятся щелчки поршня из-за имеющихся зазоров, стук толкателей клапанов также вследствие зазора, стуки при открытии и закрытии клапанов, шум в зацеплении цепи или зубчатого ремня привода распределительного вала и тому подобные причины шумов в двигателе.

Внешняя поверхность любой детали двигателя может стать источником звука. Этот звук излучается во всех направлениях и носит стучащий характер. Приблизительно половина производимого двигателем шума исходит от блока цилиндров, поддона картера и крышек (крышки головки цилиндра и т.п.).

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ШУМА И ВИБРАЦИИ

В целом существует три способа предотвращения шумов и вибраций: устранение самой вибрационной силы, виброизоляция и звукоизоляция.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ВИБРАЦИОННЫХ СИЛ

Избыточная вибрация может стать причиной выхода из строя как самого двигателя, так и оборудования, в котором он смонтирован. Поэтому необходимо использовать все доступные средства для уменьшения вибрации.

- **Жесткость рамы двигателя**

Наибольшие значения вибрационного ускорения и резонанс случаются при недостаточной жесткости рамы, на которой закреплен двигатель. В таких случаях обычно достаточно повысить жесткость рамы и увеличить число болтов крепления двигателя или момент затяжки этих болтов.

- **Трансмиссия**

В случае непосредственного соединения возможными причинами могут быть нарушение соосности вала отбора мощности и ведомого вала, а также нарушение динамической балансировки присоединенного оборудования. В случае ременной передачи необходимо проверить балансировку и вылет шкивов, их размеры и массу, прямолинейность ремня и

т.д.

- **Антивибрационные резиновые крепления**

При монтаже двигателя на оборудовании, для которого характерен высокий уровень вибрации (например, вибраторы и т.п.), иногда для борьбы с вибрацией применяются резиновые опоры или крепления. Однако при выборе и установке таких опор необходима осторожность, так как при неправильном применении они могут увеличить вибрацию двигателя.

Двигатель должен крепиться на ровной поверхности, иначе можно повредить основание. Для крепления требуются четыре болта с диаметром на 1 мм меньше монтажных отверстий. Используются болты М8 (М10 для двигателей GX 240K1/340K1) с шестигранной головкой и фланцем, закрепляемые соответствующими гайками, под которые необходимо подложить плоскую и пружинную шайбы. Гайки должны затягиваться с предписанным моментом затяжки.

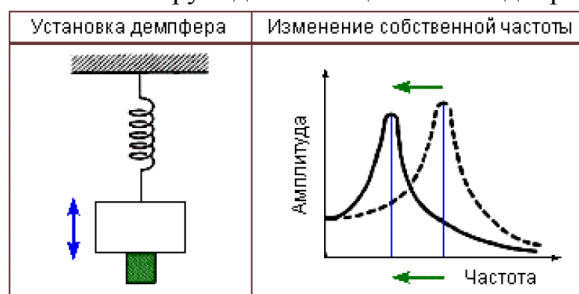
Двигатели с муфтой сцепления могут производить очень сильные вибрации в моменты включения и выключения муфты.

Проверьте и убедитесь в правильности выбора и установки резиновых опор. Кроме того, убедитесь, что двигатель не будет касаться рамы или кожуха оборудования (в сомнительных случаях рекомендуется установить резиновый буфер, вступающий в действие при очень больших отклонениях).

ВИБРОИЗОЛЯЦИЯ И ШУМОИЗОЛЯЦИЯ

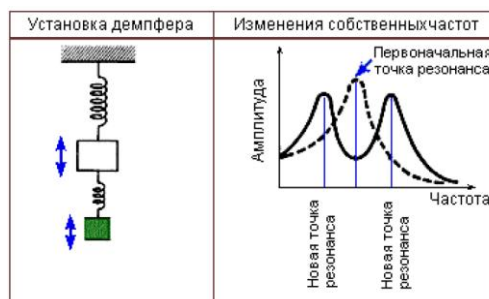
1. Массивный демпфер

Массивный демпфер - это добавочный груз, прикрепляемый к резонансной системе для снижения ее собственной частоты. Этот груз преследует двоякую цель: смещает вибрации и шумы за пределы рабочего диапазона частот вращения и в то же время уменьшает уровень вибрации или звукового давления. Свинцовый груз устанавливается в таком месте резонансной системы, где амплитуда вибрации максимальна. Масса груза должна тщательно подбираться.



2. Динамический демпфер

Динамический демпфер состоит из пружины (или резинового элемента) и свинцового груза, прикрепленных к резонансной системе. Применение такого демпфера позволяет разделить сильную вибрацию на одной собственной частоте на две более слабые вибрации, каждая из которых происходит на своей собственной частоте. В результате снижается уровень вибрации или звукового давления. Динамический демпфер устанавливается в таком месте резонансной системы, где амплитуда вибрации максимальна. Масса груза и упругость пружины должны тщательно подбираться.



Небольшой динамический демпфер оказывается столь же эффективным, что и большой массивный демпфер. Однако при его установке появляется новая резонансная точка с частотой выше первоначальной точки резонанса.

3. Резиновые виброизоляторы

Общепринятый метод снижения вибрации состоит в замене пружинных элементов подвески на резиновые виброизоляторы. Необходимо, однако, обеспечить разумный баланс между снижением вибраций и долговечностью элементов.

4. Демпфирующие материалы

Если в роли вибратора выступает панель корпуса, для уменьшения вибрации можно применить демпфирующий материал. В таком случае вибрация подавляется благодаря мгновенной деформации (сжатию и расширению) этого демпфирующего материала.

5. Звукоизолирующие панели и акустические материалы

Звукоизоляция - это блокирование распространения шума, т.е. вибрации воздуха. *Акустические материалы* проектируются так, чтобы поглощать звук (вибрацию воздуха). Оба вида материалов эффективны прежде всего в области высоких частот.

ПРИМЕНЯЕМОЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Вид оборудования	Изготовитель	Способ использования
Модель <i>Тахометр</i>		<i>Оно Sokki Co. Ltd.</i>
SE-250 (Бесконтактный тахометр, основанный на принципе электромагнитной индукции)		Для измерения частоты вращения двигателя поднесите пробник проводу высокого напряжения, идущему к свече зажигания.

<i>Термометр на основе термопары</i>		
PDS-2200 (С одиночным датчиком)	<i>Meiritsu Engineering Co. Ltd.</i>	
IE-22 (Цифровой измеритель температуры)	<i>(KK) Denken</i>	
	Портативный прибор с жидкокристаллическим индикатором и 6 переключаемыми каналами для датчиков термопары.	
Кабель термопары Кольцевой датчик термопары (WHB-400) Обычный датчик термопары (WHo-400)	<i>Sukegawa Denki (KK)</i>	
	6-канальный кабель для термопар с компенсацией соединительного провода	
	С проводом длиной 400 мм и покрытием из стекловолокна (только для измерения температуры у свечи зажигания)	
	С проводом длиной 400 мм и покрытием из стекловолокна	
<i>Виброметр</i>	<i>Showa Keiki (KK)</i>	
Модель 1332	Измеритель пиковых значений:	Легкий и компактный карманный цифровой прибор с переключаемыми режимами измерения скорости, ускорения и отклонения. Измерение вибрации выполняется путем контакта с испытываемым объектом.
<i>Виброметр</i>	<i>Rion (KK)</i>	
VM-61	Измеритель пиковых и среднеквадратичных значений с ФНЧ 500 Гц (по особому заказу):	Портативный цифровой прибор с возможностью измерения на месте и регистрации данных для лабораторного анализа.
<i>Угломер</i>	<i>Nisshin Shokai</i>	
AL-12	Обеспечивает измерения путем однократного касания.	
Все вышеприведенные типы оборудования и измерительных приборов доступны в Японии. Эти данные можно использовать в качестве ориентира при закупке измерительного оборудования для собственных целей.		

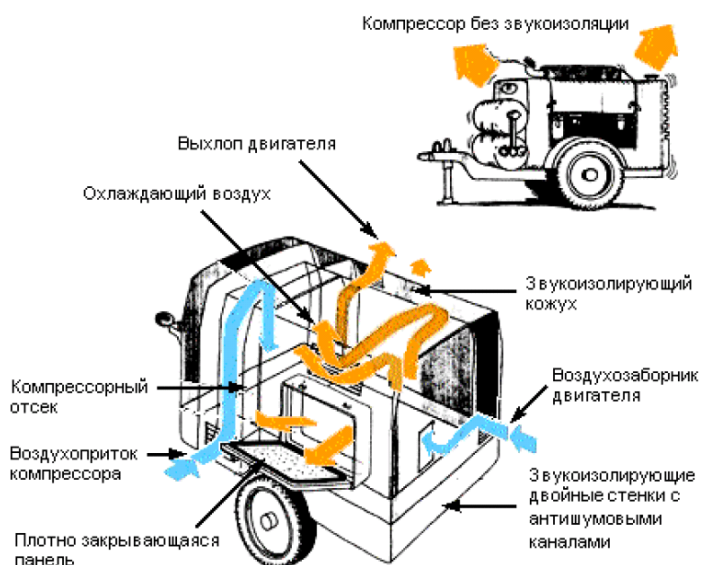
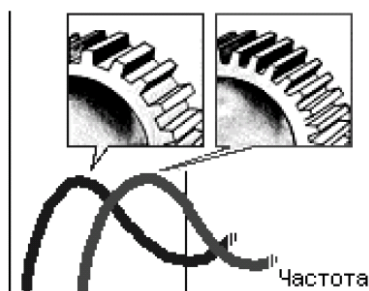
НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕРЫ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ

РЕДКО ПОВТОРЯЮЩИЕСЯ СОБЫТИЯ ДАЮТ НИЗКОЧАСТОТНЫЙ ШУМ, ЧАСТО ПОВТОРЯЮЩИЕСЯ СОБЫТИЯ ДАЮТ ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ШУМ.

При удвоении числа зубьев шестерни в два раза увеличивается число зубьев, вступающих в контакт за секунду, следовательно вдвое возрастает частота шума.

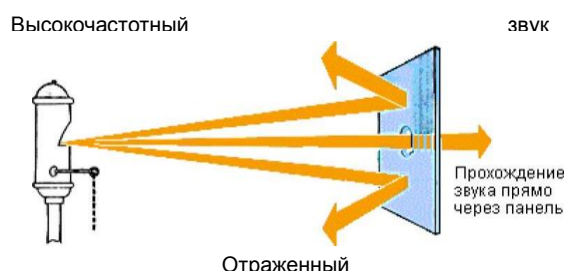
ЗВУКИ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ ОГИБАЮТ ПРЕПЯТСТВИЯ И ПРОНИКАЮТ СКВОЗЬ ОТВЕРСТИЯ

Эффективное подавление шума мощного компрессора невозможно без плотно прилегающего кожуха, который предотвращал бы утечку воздуха и шумов. Конструктивно такой кожух может изготавливаться с двойными стенками и сквозными каналами (типа жалюзи) со звукопоглощающим покрытием. Через эту вентиляционную решетку поступает воздух для работы компрессора и двигателя, а также для охлаждающих целей. Глушитель также заключается во внешний кожух. Все дверки и контрольные лючки также должны плотно прилегать к корпусу и хорошо закрываться.



ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ ЗВУКИ ИМЕЮТ СИЛЬНУЮ НАПРАВЛЕННОСТЬ И ЛЕГКО ОТРАЖАЮТСЯ

Звук высокой частоты часто происходит от источников, излучающих высокий уровень шума в одних направлениях и низкий - в других. Этот звук способен отражаться от твердой поверхности точно так же, как свет от зеркала, и проходить через отверстия в панели без рассеяния на краях, подобно световому лучу. Кроме того, высокочастотный шум не может огибать края, поэтому эффективным способом борьбы с ним служат различные барьеры.



ВБЛИЗИ ОТ ИСТОЧНИКА ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ШУМ СОЗДАЕТ БОЛЬШИЙ ДИСКОМФОРТ, ЧЕМ НИЗКОЧАСТОТНЫЙ ШУМ

Гребной винт судна вращается с той же частотой, что и коленчатый вал судового двигателя -125 об./мин., и этот шум является преобладающим на борту. Если применить в конструкции гребной винт большего диаметра и понижающий редуктор, то благодаря уменьшению частоты вращения винта преобладающий шум сдвинется в область более низких частот и тем самым уменьшится степень создаваемого шумом дискомфорта.

ВДАЛИ ОТ ИСТОЧНИКА ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ШУМ СОЗДАЕТ МЕНЬШИЙ ДИСКОМФОРТ, ЧЕМ НИЗКОЧАСТОТНЫЙ ШУМ

На значительном расстоянии от источника высокочастотный шум больше поглощается в воздухе, чем низкочастотный. Это происходит потому, что степень поглощения зависит от числа периодов колебания, а на одном и том же расстоянии колебания высокой частоты успевают совершить больше периодов. Кроме того, источник высокочастотного шума обычно легче поддается экранированию. Если уровень шума вблизи источника не является предметом беспокойства, то имеется возможность сдвинуть преобладающие шумы в область более высоких частот, что приведет к их эффективному поглощению до того момента, как они достигнут интересующую точку.

ПОРОЖДЕННАЯ КОНСТРУКЦИЕЙ ВИБРАЦИЯ МОЖЕТ ПРЕОБРАЗОВАТЬСЯ В СЛЫШИМЫЙ ШУМ ТОЛЬКО ПРИ НАЛИЧИИ БОЛЬШОЙ ПЛОЩАДИ ИЗЛУЧЕНИЯ

Возникающие в трубах вибрации и звуки, возможно - передаваемые от центробежного насоса или от самого движения жидкости, обычно не возбуждают передающийся по воздуху шум, поскольку исходят от малой площади. Если труба жестко прикреплена к стене или панели, то вибрация может возбуждать колебания на большой площади и поэтому порождать высокий уровень акустического шума. Необходимо правильно монтировать трубопроводы, изолируя их от стен и панелей, чтобы они не вовлекались в вибрацию. Для этого применяются разнообразные виброизоляторы в виде пружин, резиновых полос, шайб из вспененной резины и т.п.

НЕБОЛЬШИЕ ВИБРИРУЮЩИЕ ОБЪЕКТЫ ИЗЛУЧАЮТ МЕНЬШЕ ШУМА, ЧЕМ КРУПНЫЕ

Питающая установка системы гидропривода издает значительный шум, хотя стенки расходного бака демпфируются имеющимся внутри маслом. Было обнаружено, что главным источником шума является панель с измерительными приборами, на которую передаются вибрации от мотора.

Если убрать панель приборов с машины, то источник вибрации будет развязан от источника звука, что приведет к значительному снижению общего уровня шума.

СВОБОДНЫЕ КРАЯ ПАНЕЛЕЙ ПОЗВОЛЯЮТ БЫСТРЕЕ ВЫРАВНИВАТЬСЯ ОКРУЖАЮЩЕМУ ДАВЛЕНИЮ, ЧТО СПОСОБСТВУЕТ СНИЖЕНИЮ УРОВНЯ ИЗЛУЧАЕМОГО ШУМА

Защитный кожух вокруг маховика и приводного ремня дыропробивного прессы издает значительный шум. Если заменить сплошной кожух на выполненный из проволочной сетки, то шум существенно снижается.

Сплошная панель излучает шум со всей поверхности, так как звуковое давление частично уравнивается отрицательным давлением с обратной стороны только вдоль краев панели. Если на панели имеется перфорация, то не только уменьшается поверхность излучения, но и появляется значительно больше возможностей для выравнивания звукового давления.

Вибрация широкого ремня в промышленном приводе может стать причиной появления большого уровня низкочастотного шума.

Если заменить один широкий ремень на несколько более узких, разделенных промежутками, то уровень шума удастся снизить, так как увеличивается число мест, где давления между обеими сторонами ремня уравниваются.

ДЕМПФИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПРИВОДИТ К СНИЖЕНИЮ ШУМА

Панели машин, в состав которых входят двигатели или компрессоры, подвержены вибрации и потому обычно являются источниками шума. Применяя многослойные панели, выполненные из материалов с хорошими демпфирующими свойствами, удастся значительно снизить уровень шума.

ГИБКИЕ КРЕПЛЕНИЯ ПОЗВОЛЯЮТ ИЗОЛИРОВАТЬ ВИБРАЦИИ МАШИНЫ

Почти все виды вибраций, порождаемые конструкцией оборудования, можно устранить или, по крайней мере, значительно ослабить путем установки источника вибрации на гибкие подставки или эластичные крепежные элементы. Некоторые примеры таких креплений изображены на рисунке.

НЕУДАЧНЫЙ ВЫБОР СИСТЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ МОЖЕТ УВЕЛИЧИТЬ ВИБРАЦИЮ

Если оборудование работает продолжительное время при постоянной частоте вращения, с редкими запусками и остановками, резонансную частоту подвески можно выбрать так, чтобы она была ниже частоты вибрации машины. В этом случае даже при очень слабом внутреннем демпфировании вибрация хорошо изолируется с помощью простых пружинных амортизаторов. Если установка значительное время находится в состоянии резонанса, например, при частых пусках и остановках компрессора, это может привести к выходу оборудования из строя через короткое время. Применяя для виброизоляции амортизаторы такого типа, которые обладают хорошим внутренним демпфированием, например, ножки из многослойной синтетической резины,

удается значительно уменьшить вибрацию на резонансной частоте, при том что эффективность изоляции на нормальной рабочей частоте снижается незначительно.

ВО ИЗБЕЖАНИЕ РАСКАЧИВАНИЯ ВСЕ КРЕПЛЕНИЯ ДОЛЖНЫ ДЕФОРМИРОВАТЬСЯ ОДИНАКОВО

Гибкие элементы крепления машины должны выбираться так, чтобы во всех точках крепления был одинаковый ход. Если это условие не соблюдается, могут возникнуть качания с более высокой частотой, чем вибрация вверх-вниз, и система крепления не обеспечит эффективную изоляцию этих движений.

Если вес машины распределяется неравномерно, точки крепления вблизи центра тяжести должны иметь большую жесткость, чем расположенные далеко от центра тяжести. Наиболее эффективная изоляция вибраций достигается в том случае, когда линии, соединяющие точки крепления, проходят через центр тяжести машины.

АКТИВНЫЕ ГЛУШИТЕЛИ ЭФФЕКТИВНЫ ТОЛЬКО В УЗКОЙ ПОЛОСЕ ЧАСТОТ

Активный глушитель относительно компактен и эффективно снижает низкочастотный шум в пределах ограниченного диапазона частот. Соединяя друг с другом последовательно несколько таких глушителей различного размера (для удобства - в едином внешнем корпусе), удается расширить диапазон подавляемых частот. Внутри глушителей часто используют перфорированные трубки, чтобы улучшить поток выхлопных газов и обеспечить некоторое поглощение шума.

ПРИ ПРЕОБЛАДАНИИ НИЗКОЧАСТОТНОГО ШУМА ЭФФЕКТ ДАЮТ РАСШИРИТЕЛЬНЫЕ КАМЕРЫ

Если на трубопроводе или канале устроено расширение, это способствует выравниванию низкочастотных флуктуаций. Такой способ особенно эффективен в условиях постоянных скачков давления, как, например, в выпускной системе двигателя или на выходе компрессора. Чем ниже частота колебаний, тем больший объем расширительной камеры требуется для достижения необходимого эффекта.

ЗВУК ЧИСТОГО ТОНА МОЖНО ОСЛАБИТЬ ПУТЕМ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ

Если в составе шума преобладает тональный звук или несколько тонов, его можно существенно ослабить с помощью интерференции, т.е. путем сведения в одну точку двух тональных колебаний одинаковой частоты, но находящихся в противофазе, благодаря чему они стремятся погасить друг друга. Интерференционный глушитель состоит из ответвления, которое отходит от основного канала и позже вновь присоединяется к нему. Проходящий через это ответвление путь звуковой волны имеет длину на нечетное число полуволн больше, чем через основной канал, поэтому когда оба звука снова встречаются, они имеют противоположные фазы и взаимно погашаются.

НЕВОЗМУЩЕННЫЙ ПОТОК СПОСОБСТВУЕТ УМЕНЬШЕНИЮ ШУМА ВЫХЛОПА

При встрече быстро движущегося потока воздуха или газа с неподвижным воздухом возникают завихрения (турбулентности). Этот процесс сопровождается шумовыделением.

Если поток претерпел возмущения еще до выхода в атмосферу, и уже содержит в себе турбулентности, то уровень шума в зоне смешивания усиливается на 20 дБ при той же скорости выхлопных газов. Уменьшение скорости выхлопа в общем случае ведет к снижению уровня шума. Так, при уменьшении скорости выхода выхлопных газов в два раза приводит к снижению уровня шума приблизительно на 15 дБ.

НИЗКОЧАСТОТНЫЙ ШУМ ВЫХЛОПА ЛЕГЧЕ ОСЛАБИТЬ ПОСЛЕ ПЕРЕНОСА В ОБЛАСТЬ ВЫСОКИХ ЧАСТОТ

Если отверстие выхлопной трубы имеет большое сечение, то в возникающем шуме преобладают низкочастотные составляющие. В случае небольшого выпускного отверстия преобладает высокочастотный шум. Если заменить одно большое выпускное отверстие на несколько более мелких, сохранив то же самое суммарное сечение, можно снизить интенсивность шума низкой частоты. Уровень высокочастотного шума при этом обычно увеличивается, но его легче ослабить по сравнению с низкочастотным шумом.

ВНЕЗАПНЫЕ РЕЗКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ МОГУТ ВЫЗВАТЬ КАВИТАЦИЮ

При больших и достаточно быстрых переменах давления образуются наполненные парами пузырьки, которые почти сразу же лопаются, вызывая интенсивный шум и вибрацию. Это явление, называемое *кавитацией*, возникает на задвижках, крыльчатках насосов, гребных винтах и весьма типично для гидравлических систем, работающих при высоком давлении. Избежать кавитации можно путем поэтапного снижения давления небольшими ступенями.

ШУМ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ПОТОКА ПО ТРУБАМ ВОЗНИКАЕТ В МЕСТАХ РЕЗКОЙ СМЕНЫ ДАВЛЕНИЯ

Как и в случае потока газов, внезапные резкие изменения давления в трубопроводах, по которым течет жидкость, способствуют возникновению шума. Наполненные воздухом или парами жидкости пузырьки возникают и быстро лопаются, что сопровождается шумом. Изменение давления чаще всего происходит по причине резкого изменения сечения трубы. Избежать этого можно, если выполнять переходы постепенно и плавно, без резких стыков.