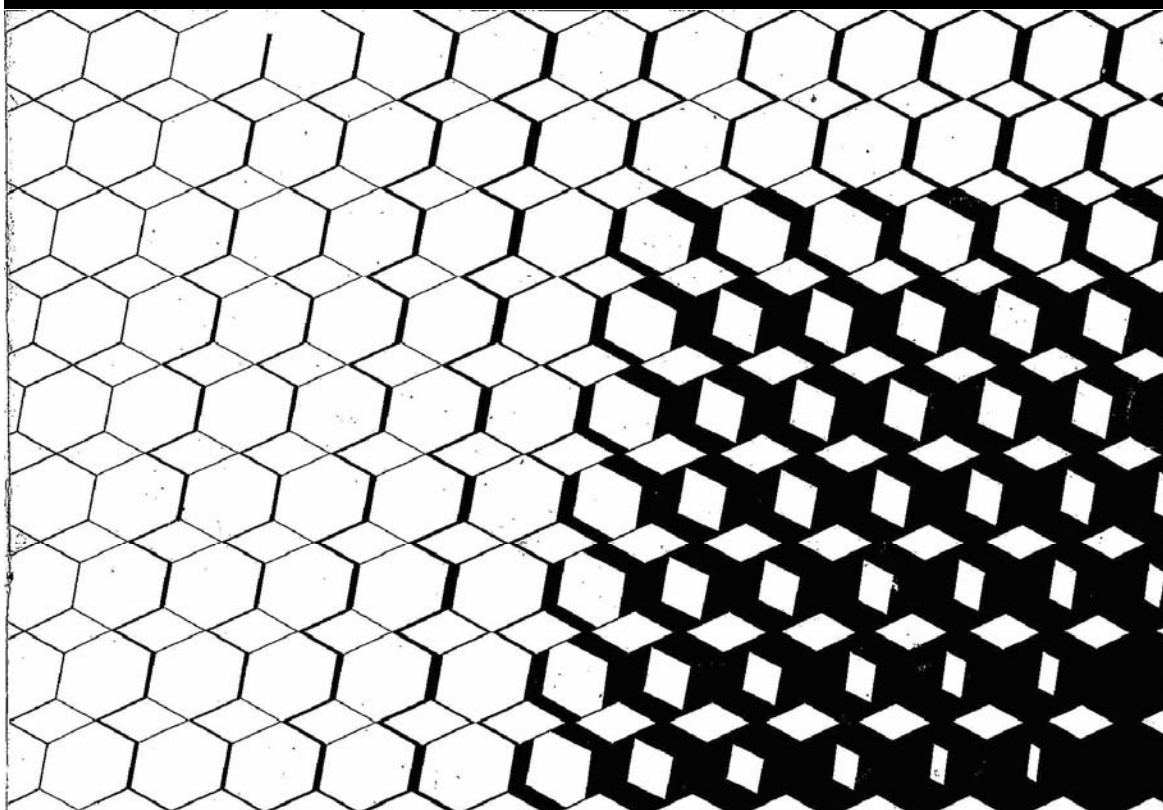




ОСНОВЫ ТЕОРИИ ВИЗГА / ШУМА / ВИБРАЦИИ



Документ № RM563E

Содержание

Глава 1: Предисловие	3
1.1 О настоящем документе	3
1.2 Как определить визг, шум и вибрацию тормоза	3
1.3 Блок-схема проверки визга, шума и вибрации тормоза	4
Глава 2: Визг тормоза	5
2.1 О визге тормозов	5
2.1.1 Механизм визга тормозов	5
2.1.2 Почему трудно предотвратить визг тормозов?	6
2.1.3 Взаимосвязь между визгом и торможением	11
2.1.4 Условия создания визга	13
2.2 Устранение визга тормозов	14
2.2.1 Блок-схема устранения визга тормозов	14
2.2.2 Как проверить образование визга	15
2.2.3 Как устранить визг — основной способ	17
2.2.4 Другие способы устранения визга	20
2.2.5 Дополнение: описание механизма образования визга	27
Глава 3: Шум тормоза	29
3.1 Различия между визгом и шумом тормозов	29
3.2 Как проверить шум тормоза	29
3.3 Как проверить и устранить шум тормоза	30
3.4 Механизм и способ устранения шума тормоза	31
3.4.1 Признаки влажного шума и вибрации:	31
3.4.2 Скрип во время резкого торможения	32
3.4.3 Шум, возникающий при скольжении с передачей крутящего момента	32
3.4.4 Лязгающий звук	33
Глава 4: Вибрация тормозов	34
4.1 Что такое вибрация тормозов?	34
4.2 Как проверить вибрацию тормоза	34
4.3 Блок-схема проверки вибрации тормозов и ее устранения	35
4.4 Механизм вибрации дискового тормоза	36
4.4.1 Изменение толщины диска	36
4.5 Причины изменения толщины диска	37
4.5.1 Неравномерный износ диска	37
4.5.2 Черная ржавчина на дисках	38
4.5.3 Тепловая деформация диска	38
4.6 Механизм вибрации барабанного тормоза	40
4.6.1 Биение барабана	40
4.6.2 Цилиндричность барабана	40
4.7 Как устранять вибрации тормоза	41
4.7.1 Как устранять вибрации дисковых тормозов	41
4.7.2 Как устранять вибрации барабанных тормозов	43

© 1996 TOYOTA MOTOR CORPORATION

Все права сохранены. Копирование и воспроизведение иным способом информации, содержащейся в настоящем руководстве, полностью или частично, без предварительного письменного разрешения Toyota Motor Corporation запрещается

Глава 1: Предисловие

1.1 О настоящем документе

Ранее проверка и устранение визга, шума и вибрации тормозов вызывали значительные затруднения. Настоящий документ является результатом различных испытаний и опытов, выполненных группами проектирования/испытания компании Toyota, поставщиками деталей, а также информации, полученной путем консультаций с персоналом дилеров во время их посещений.

Визг, шум и вибрация тормозов различаются по механизму возникновения и способам устранения; поэтому внедрение наиболее эффективных способов их устранения после тщательного воспроизведения симптомов, указанных нашими клиентами, имеет важное значение.

В данном документе указаны симптомы визга, шума и вибрации тормозов, перечислены способы их определения и описаны механизмы и способы устранения.

Мы считаем, что это поможет вооружить персонал дилеров новыми эффективными приемами работы, повышая качество ремонтных работ по тормозной системе, тем самым минимизируя расходы, связанные с устранением соответствующих неисправностей.

Поскольку мы стремимся приложить все усилия в части улучшения совместно с нашими дилерами и дистрибьюторами, обладающими опытом непосредственных контактов с клиентами, то надеемся на продолжение сотрудничества с вами.

1.2 Как определить визг, шум и вибрацию тормоза

Признаки визга, шума и вибрации возникают в момент включения тормозов¹. Каждый из признаков отличается по своему механизму образования и диапазону частот; в результате отличаются и способы ремонта. Следовательно перед началом использования соответствующего способа ремонта важно правильно определить признаки. В таблице 1 содержится краткое объяснение каждого признака, указаны диапазоны частот и способы ремонта. Начиная со следующей страницы, дается подробное описание визга, шума и вибрации.

Таблица 1: Определение визга, шума и вибрации тормоза

Наименование	Тип звука	Признак	Частота (Гц)	Способ ремонта
Визг	Визг Сильный скрип	- Относительно высокий звук после включения тормоза, возникающий непосредственно перед остановкой автомобиля. - Легко слышен снаружи автомобиля. - Суппорты, колодки и диски являются источниками звука.	2000 ~ 18000	Отрегулировать ²
Шум	Хлюпанье Гудение Скрип	- Звук, создаваемый тормозами во время торможения или непосредственно перед остановкой автомобиля. - Легко слышны внутри автомобиля. - Колодки и диски являются источниками звука. - В дополнение к суппортам, колодкам и дискам также имеет место резонанс системы подвески.	60 ~ 300	Замените колодки. Прошлифуйте наждачной бумагой диски.
Вибрация	Ни одно из перечисленного	- Рулевое колесо, кузов и педаль тормоза в основном вибрируют при торможении на большой скорости. По мере ухудшения признака вибрация возникает даже на малой скорости. - Изменение толщины диска заставляет поршни суппорта вибрировать, и эта вибрация передается через систему подвески на кузов. - Вибрация обычно не сопровождается звуком. ³	10 ~ 30	Обработать диски ⁴

¹ В редком случае визг тормоза может возникать даже без включения тормоза.

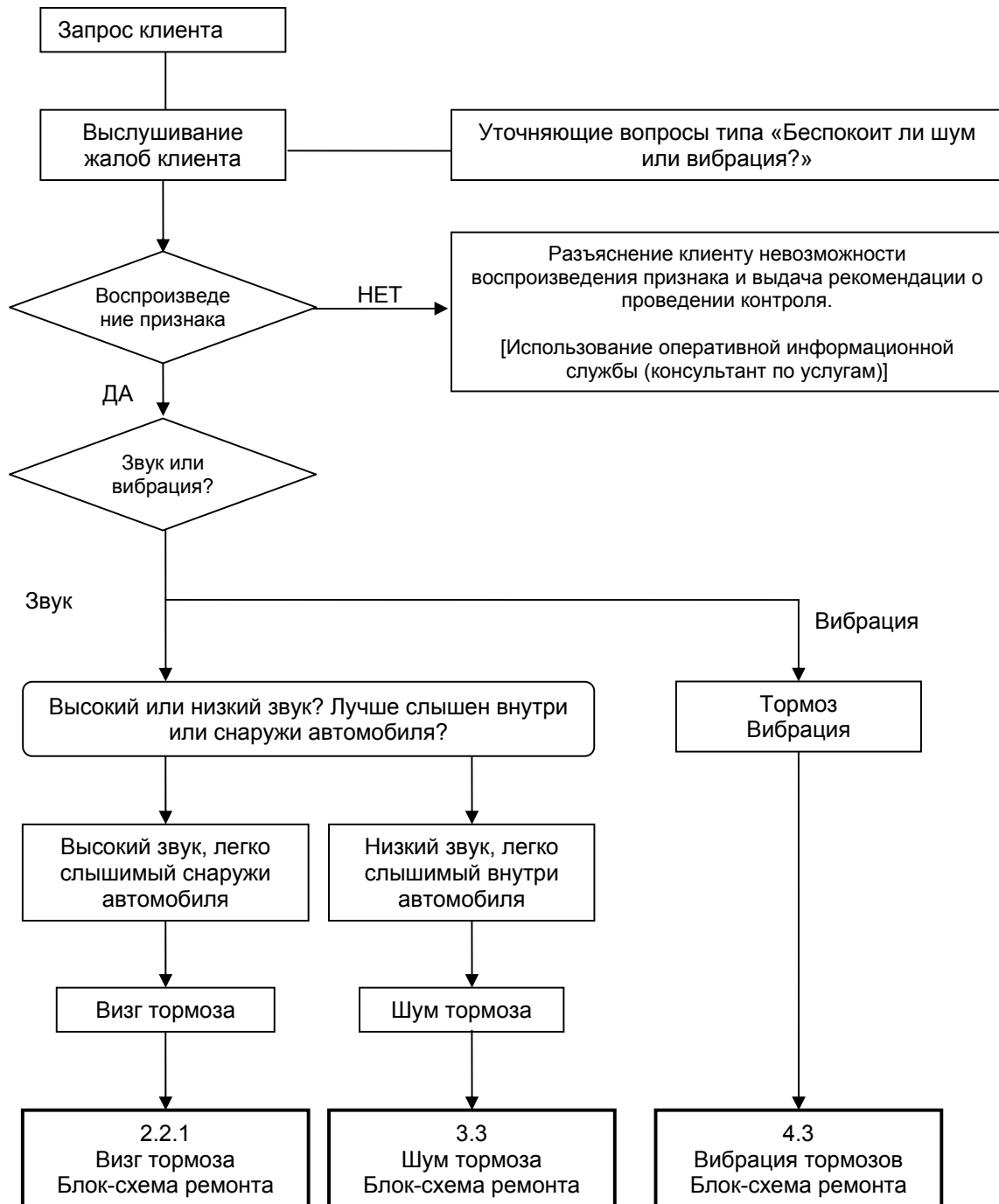
² На некоторых моделях может потребоваться замена тормозных колодок

³ При ухудшении признаков может сопровождаться стуком.

⁴ При невозможности токарной обработки дисков они должны быть заменены.

1.3 Блок-схема проверки визга, шума и вибрации тормоза

Используйте указанную ниже блок-схему для проверки визга, шума или вибрации тормоза.



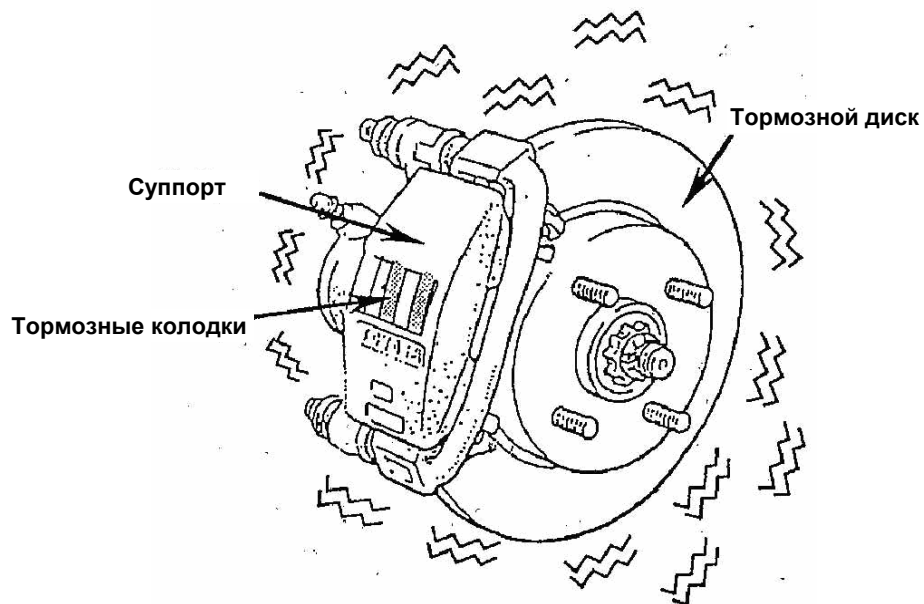
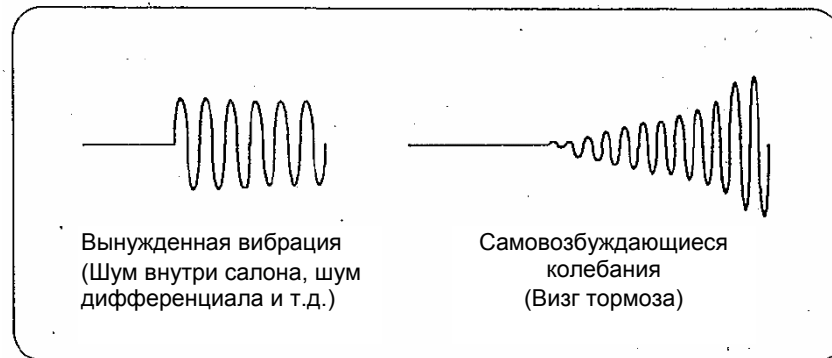
(См. руководство по диагностике вибрации тормозов, документ № DM020E, также доступен в Techdoc)

Глава 2: Визг тормоза

2.1 О визге тормозов

2.1.1 Механизм визга тормозов

Визг тормозов связан с вибрациями, вызванными трением между тормозными накладками и диском. В отличие от вибрации, известной как «вынужденная вибрация», которая естественным образом присутствует в автомобиле, визг тормозов является особым явлением, называемым «самовозбуждающееся колебание». Так как самовозбуждающиеся колебания возникают самостоятельно, то чем больше их энергия, тем больше вибрация.



2.1.2 Почему трудно предотвратить визг тормозов?

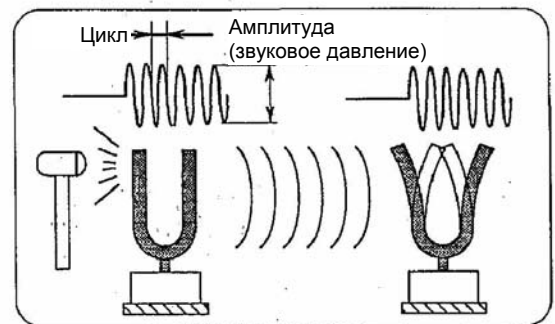
• Звук и вибрация

При вибрации объекта с заданной амплитудой в воздухе вокруг объекта создаются волны с частотой равной частоте вибрации объекта. В результате до наших ушей доходит вибрация в виде звука.

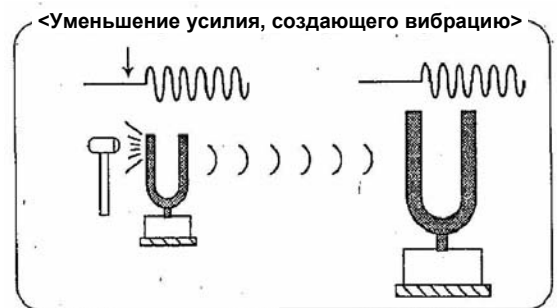
Таким образом, эти волны превращаются в звуковое давление или «объем» звука, а число колебаний в секунду превращается в частоту или «тон» звука.

ОБЫЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ВИБРАЦИЕЙ (ВЫНУЖДЕННАЯ ВИБРАЦИЯ)

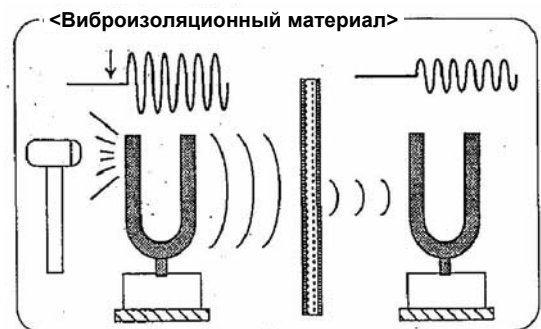
При ударе камертон создает вибрацию, которая передается по воздуху и заставляет расположенный рядом камертон вибрировать.



Уменьшение силы удара камертона приводит к уменьшению амплитуды колебания соседнего камертона.



Установка виброизоляционного материала между двумя камертонами также снижает амплитуду колебаний соседнего камертона.



Обычные вибрации с постоянной амплитудой без рассеивания, например, шум в салоне или шум дифференциала, после принятия контрмер, описанных выше, будут давать промежуточные результаты.

ВИЗГ И СВИСТ ТОРМОЗОВ

Визг тормозов можно сравнить со свистом (ответная реакция), который мы слышим в системе громкоговорящей связи, когда микрофон и динамик расположены близко друг к другу. Свист возникает, когда звук, издаваемый динамиком, воспринимается микрофоном. Звук далее усиливается усилителем и снова издается динамиком. При повторении этого процесса снова и снова происходит создание сверх большого объема звука.

Факторы визга тормозов можно сравнить с факторами свиста, а именно:

Динамик = диск

Микрофон = колодки

Усилитель = коэффициент трения колодок

Расстояние между микрофоном динамиком = затухание (использование прокладок)

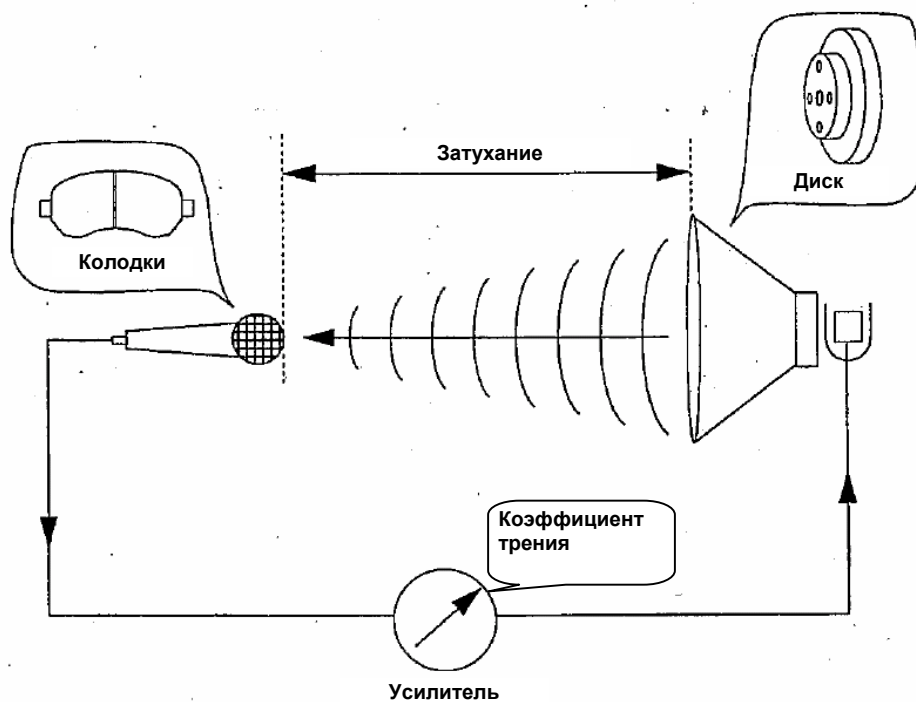
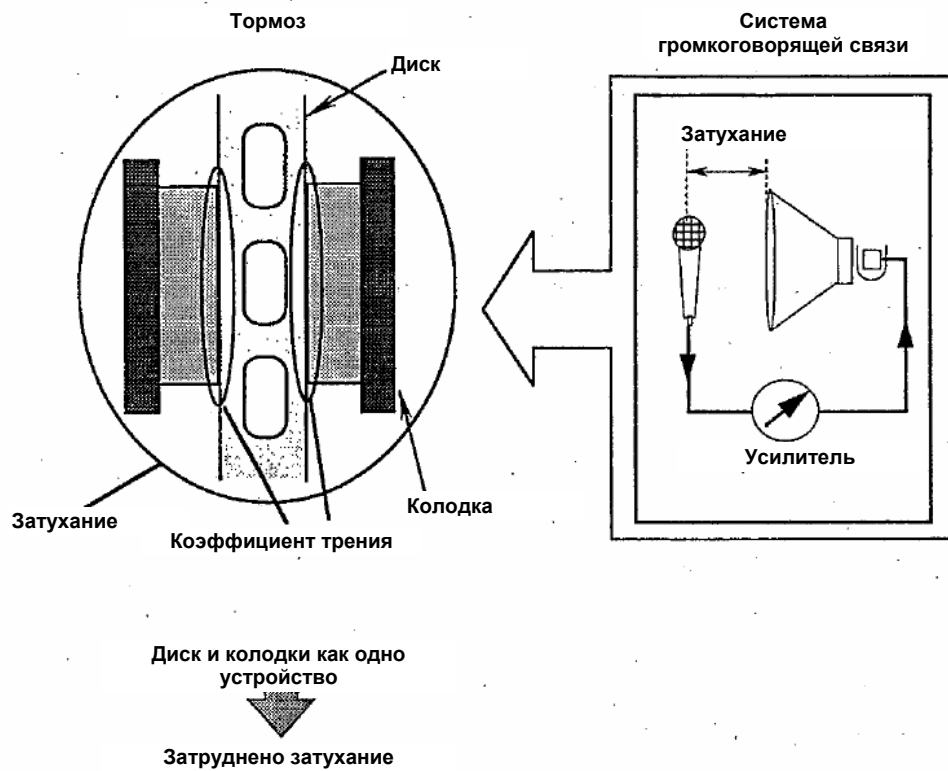


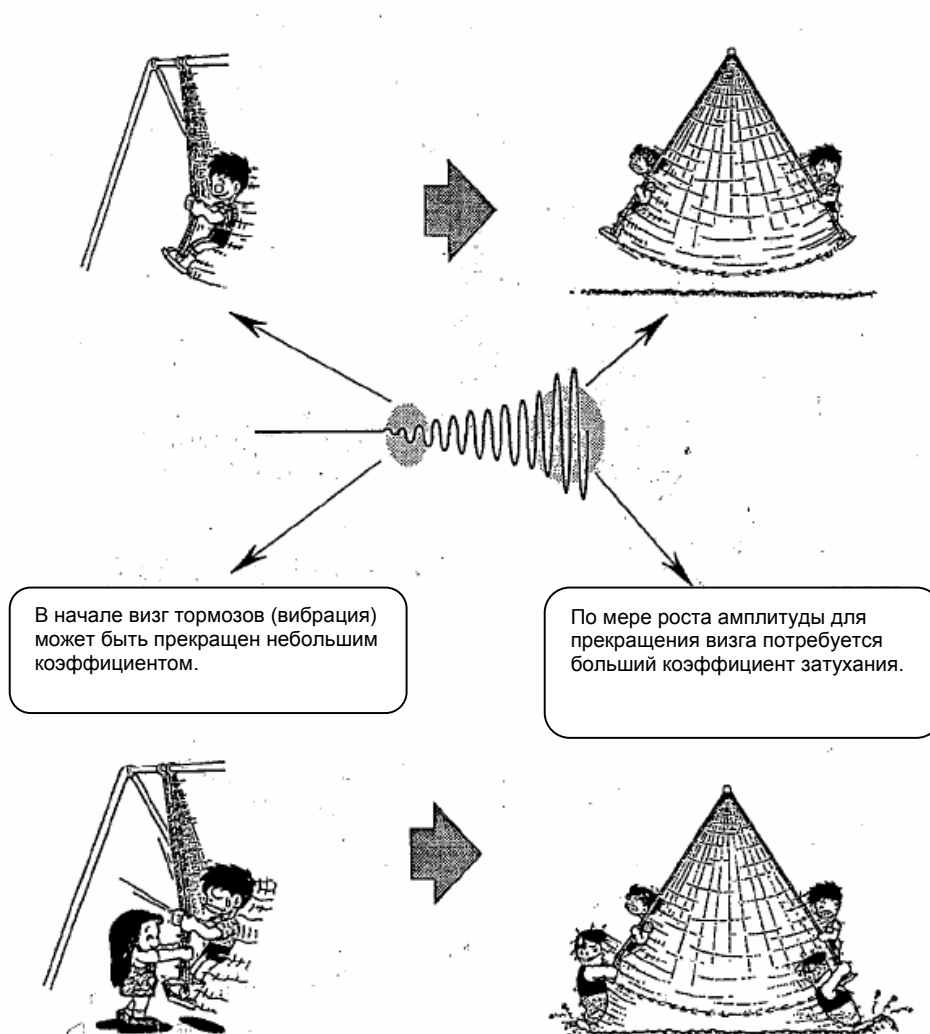
Рис.: Свист — относительно знакомый пример, сходный с визгом тормозов

Тем не менее, следует отметить, что в случае тормозов диск и колодки, находятся в одном устройстве. Используя предыдущий пример системы громкоговорящей связи, это как иметь микрофон и динамик, прикрепленные друг к другу в одной системе, т.е. условие, при котором затухание затруднено.



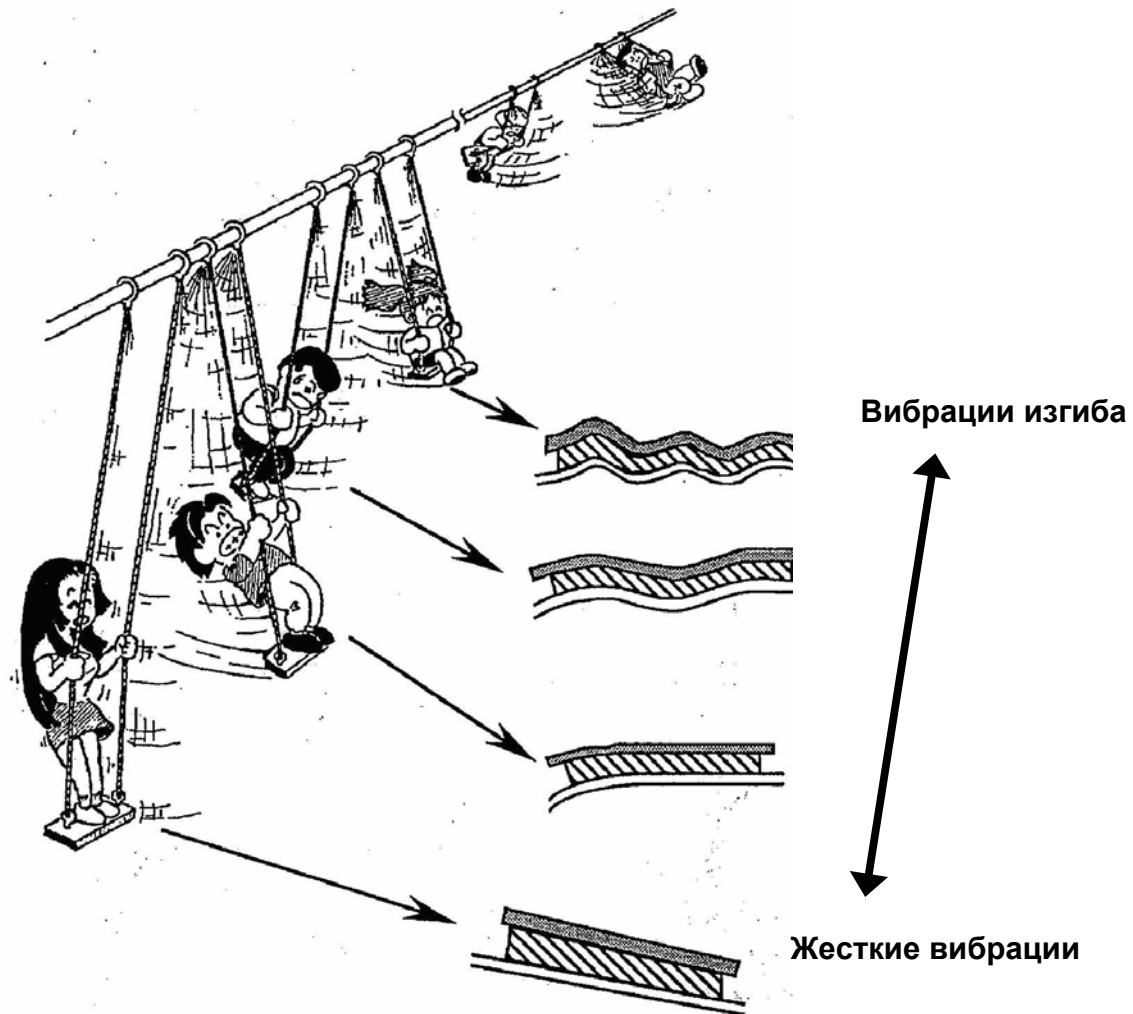
ПРЕКРАЩЕНИЕ ВИЗГА ТОРМОЗОВ (САМОВОЗБУЖДАЮЩИЕСЯ КОЛЕБАНИЯ)

Для прекращения визга тормозов, подобного свисту, в случае увеличения амплитуды (что равноценно звуку, выдаваемому динамиком) для остановки вибрации потребуется больший коэффициент затухания (что равноценно расстоянию между динамиком и микрофоном).



Более того, так как одиночная тормозная система выдает различные частоты (или режимы), то даже при прекращении визга тормоза на одной частоте остается другой тип визга тормоза с другой частотой. По этой причине должны подавляться все частоты, приводящие к визгу тормоза.

Следовательно, реализация контрмер по устранению визга тормозов связана с большими трудностями, чем реализация контрмер по устранению обычных вибраций. Кроме того, эффективность любой контрмеры отличается выраженной тенденцией к несоразмерности.



Одиночная тормозная система выдает различные частоты (или режимы).

→ По этой причине должны подавляться все частоты, приводящие к визгу тормоза.

2.1.3 Взаимосвязь между визгом и торможением

(1) Визг и торможение работают противоположно друг другу. Как было описано ранее, визг является вибрацией, вызванной трением между колодками и диском. Таким образом, между визгом и μ (коэффициентом трения) колодок, а также частотой и уровнем визга существует тесная взаимосвязь. Следовательно, во время торможения тормозные колодки, обеспечивающие эффективное торможение, прикладывают к диску большое количество энергии, создавая сильный визг.

Говоря обычным языком из-за того что в американских автомобилях больший акцент делается на минимизацию визга, то они не отличаются высокой эффективностью торможения. И, наоборот, в европейских и других спортивных автомобилях с акцентом на тормозные характеристики наблюдается тенденция бог

Коэффициент μ (коэффициент трения) колодки и уровень визга.

Чем выше коэффициент μ колодки (лучше торможение), тем сильнее визг.

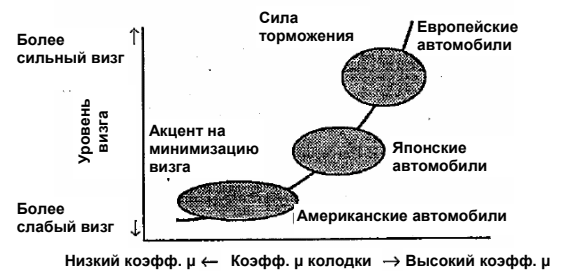


Рис.: Коэффициент μ (коэффициент трения) колодки и уровень визга

(2) Использувавшиеся ранее асбестовые колодки давали относительно допустимый уровень визга и характеристики вибрации. Хотя используемые в настоящее время безасбестовые колодки не являются идеальными, автопроизводители Японии, включая Toyota, используют неметаллические колодки, обеспечивающие относительно комфортный уровень визга и характеристики вибрации. Тем не менее, среди таких неметаллических колодок и полуметаллических с низким содержанием стали колодок, используемых в США и Европе, отсутствуют широко распространенные колодки, превосходящие другие по всем характеристикам, включая торможение, визг, вибрацию и срок службы до полного износа.

Характеристики колодок и основные характеристики

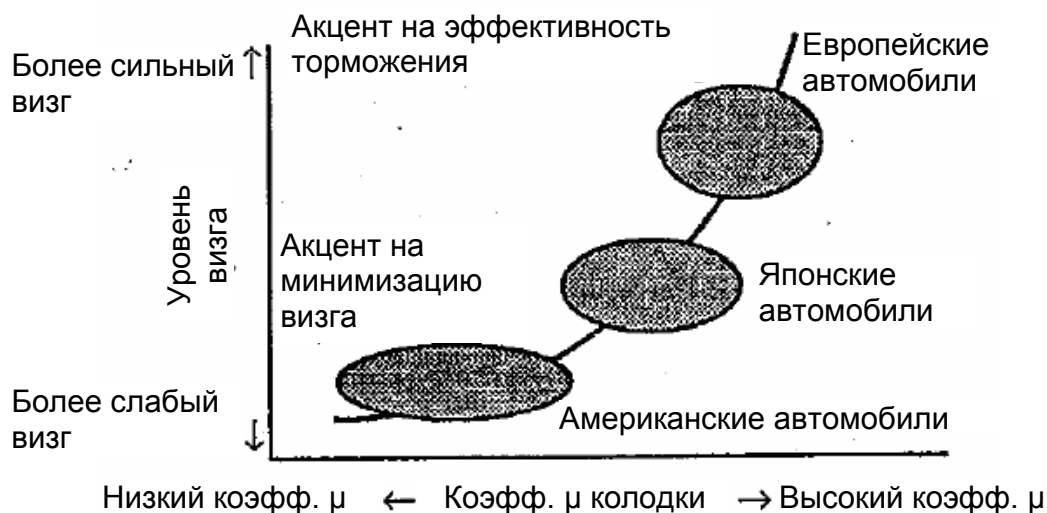


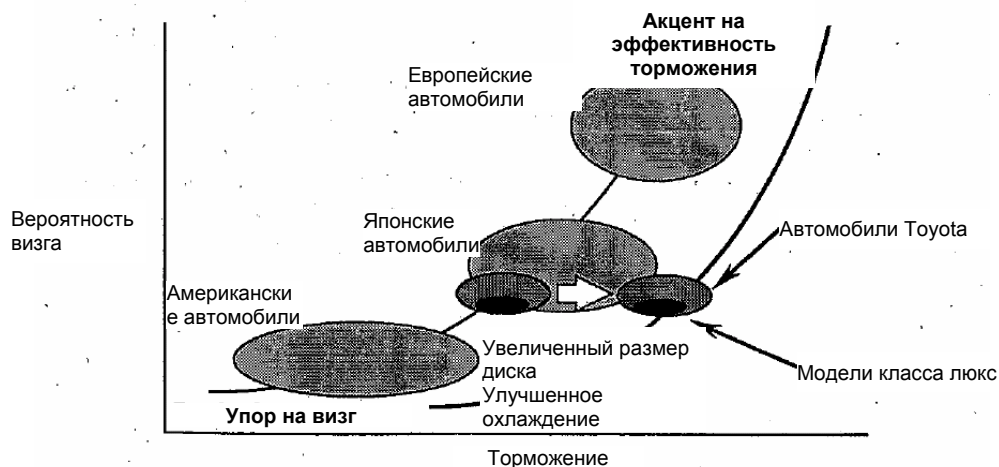
Рис.: Коэффициент μ (коэффициент трения) колодки и уровень визга

(3) С точки зрения безопасности в компании Toyota основной акцент делается на тормозные характеристики. Поэтому мы разрабатываем наши автомобили с приоритетом обеспечения эффективного торможения за счет конструкции суппортов, усилителей и дисков, одновременно обеспечивая снижения уровня визга (вибрации) на уровне тормозных колодок.

Так мы увеличили тормозную способность и использовали фрикционные материалы с относительно низким коэффициентом трения, что является преимуществом с точки зрения охлаждения и визга. В результате мы смогли обеспечить прекрасное торможение без увеличения коэффициента трения и конструкцию, менее подверженную формированию визга.

Детали тормоза и характеристика

	Колодки	Суппорты	Диски	Усилитель	
Торможение	●	●	●	●	Обозначения ○ =Некоторая взаимосвязь ● =Сильная взаимосвязь
Срок эксплуатации до полного износа	●	○	●		
Визг	●	○	○		
Вибрация	●	○			



(4) К сожалению сегодня в мире отсутствуют эффективные технологии, исключающие визг и одновременно обеспечивающие хорошие тормозные характеристики. Конечно, это относится и к компании Toyota. Как показано на графике, автомобили Toyota находятся в благоприятном положении, когда их показатели торможения и визга уравновешены. Однако не все автомобили или модели автомобилей характеризуются такими хорошими результатами. В результате внесения изменений в продукты некоторые автомобили, поставляемые клиентам, отличаются более низкими показателями. Наш процесс устранения визга был разработан для удовлетворения большинства жалоб клиентов в случае возникновения таких ситуаций.

2.1.4 Условия создания визга

Перечисленные далее условия вероятнее всего обеспечивают наличие визга:

1) после парковки автомобиля и охлаждения тормозов визг тормозов возникает сразу же после начала движения автомобиля.

Причина:

Во время парковки автомобиля поверхность дисков и колодок могла окислиться, или колодки могли впитать влагу из воздуха. В результате коэффициент трения колодок увеличивается, часто приводя к созданию визга.

2) Автомобиль эксплуатируется в режиме с частыми остановками, когда происходит частое включение тормозов и повышение их температуры. После охлаждения наблюдается визг тормозов.

Причина:

В данном режиме движения с остановками с частым включением тормозов температура колодок становится выше 200 °С, фенольные смолы, содержащиеся в колодках, начинают высвобождаться и изменять поверхность колодок. После охлаждения колодок их коэффициент трения увеличивается, часто вызывая визг.

3) После пробега новым комплектом колодок расстояния более 2000 км (1200 миль) тормоза начинают визжать (когда происходит износ следов обработки на дисках).

Причина:

Когда частицы износа колодок прикрепляются к поверхности дисков, а диски шлифуются колодками, то поверхность деформации диска уменьшается. В результате коэффициент трения колодок увеличивается, часто приводя к созданию визга.

4) Автомобиль движется вниз по склону, температура тормозов увеличивается. После охлаждения начинается визг.

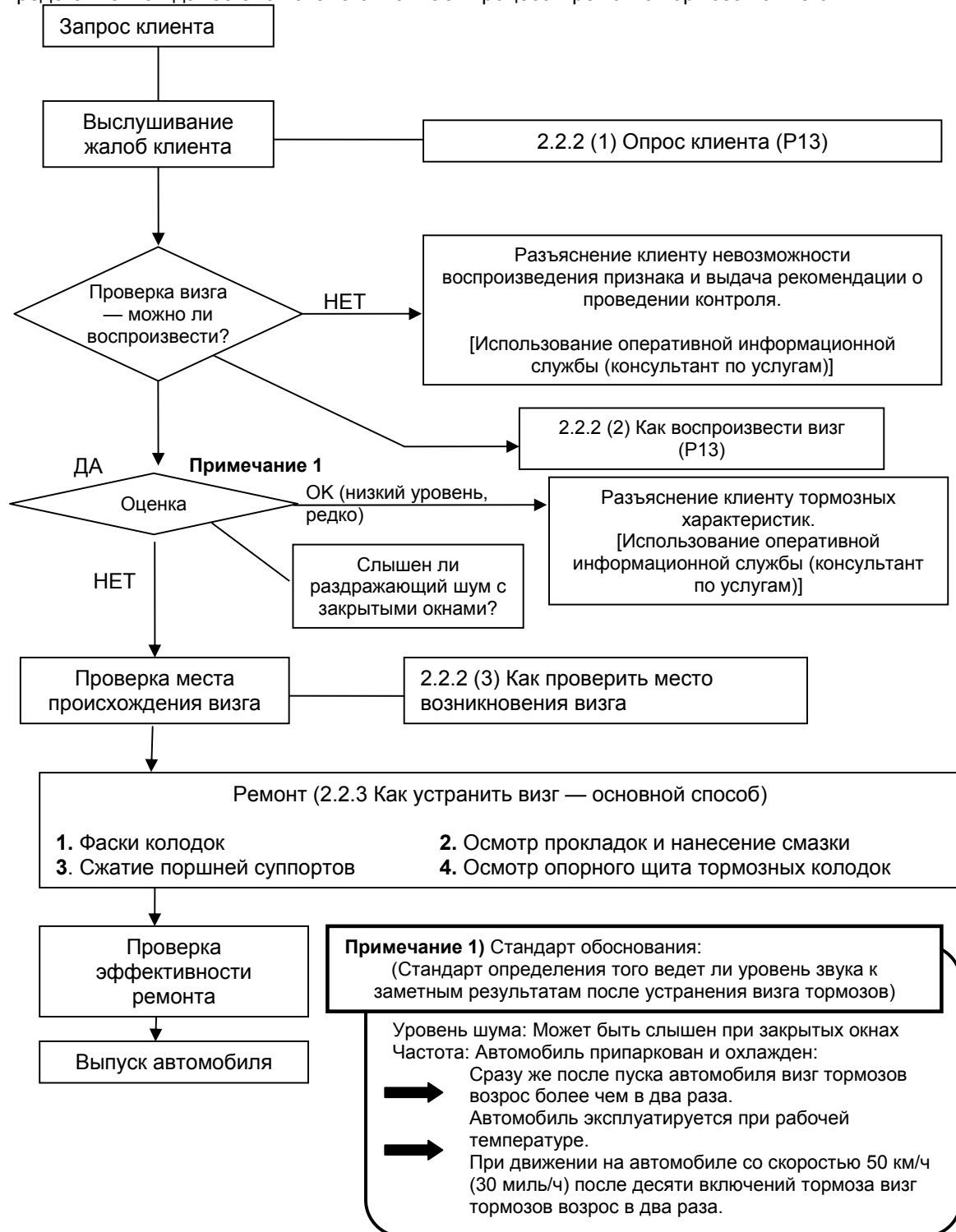
Причина:

Когда температура колодок превышает 400 °С, фенольная смола, содержащаяся в колодках, начинается течь, что заставляет абразивный материал выступать на поверхность колодки. Далее коэффициент трения колодок увеличивается, вызывая более частый визг.

2.2 Устранение визга тормозов

2.2.1 Блок-схема устранения визга тормозов

Представленная далее блок-схема описывает процессы ремонта тормозов с визгом.



2.2.2 Как проверить образование визга

(1) Выслушивание жалоб клиента

По возможности, если клиент сообщает о визге тормозов его/ее автомобиля, опросить клиента об условиях появления визга. Эта информация поможет снизить время ремонта и поможет проверить эффективность ремонта, а также повторное возникновение.

а) Условия образования визга: скорость холодного/нагретого автомобиля, скорость торможения, климат, температура окружающей среды и т.д.

б) Типы визга: визг, скрип, пронзительный визг, гул, жужжание и т.д.

Визг и отчетливый шум отличаются способом образования, а также предпринимаемыми мерами. Обычно звуки частотой выше 2 кГц называются визгом и имеют различный тембр, зависящий от частоты.

Низкочастотный визг (непрерывный): 2000–6000 Гц Высокочастотный визг (непрерывно): 6000–16000 Гц

Глухие звуки, отличные от указанных выше, например, завывание, движение металлической щетки, жужжание, скрип считаются шумом.

с) Место возникновения визга (спереди или сзади, справа или слева) Часто определение места образования шума на основе сообщения клиента ведет к неправильной диагностике. Даже если визг может казаться идущим спереди, в реальности он может образовываться задними тормозами. Следовательно, обязательно воспроизведите шум в дилерском центре и проверьте место образования визга.

(2) Как воспроизвести визг

Перед началом ремонта обязательно воспроизведите визг. Ниже приведены эффективные способы воспроизведения визга.

а) Воспроизведите визг путем воспроизведения указанных клиентом условий.

б) Воспроизведите визг путем изменения давления на педаль тормоза при движении вниз по склону.

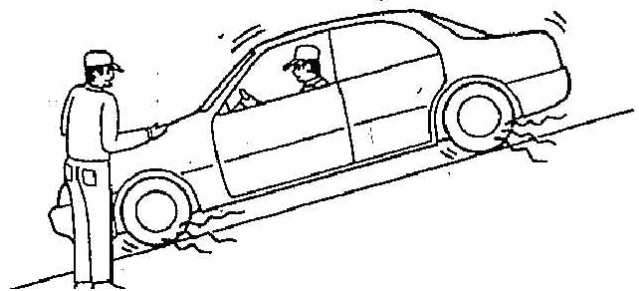


Рис.: Как проверить визг при движении по склону

➡ При наличии близко расположенного склона может быть полезно воспроизвести визг. При движении автомобиля вниз по склону с постоянной скоростью изменяйте давление на педаль тормоза (которое эффективно меняет гидравлическое давление тормозной системы) для проверки условия образования визга.

с) Сначала увеличьте температуру тормозов, затем припаркуйте автомобиль на 30 минут. Повторно попытайтесь воспроизвести визг.

d) Снова припаркуйте автомобиль на 2 часа.

Повторно попытайтесь воспроизвести визг.

Если визг невозможно воспроизвести любым способом, выполните пробную поездку на автомобиле с клиентом и объясните, что воспроизведение визга невозможно.

Порекомендуйте клиенту проконтролировать состояние и указать в случае нового возникновения визга.

(3) Как проверить место возникновения визга

Перед началом ремонта обязательно проверьте место возникновения визга. Как минимум необходимо определить приходит ли визг от передних или задних тормозов.

Перечисленные далее способы эффективны при определении места визга.

a) Выполните поездку на автомобиле в относительно тихом месте, откройте окна для определения места поступления звука. Лучше иметь в наличии стену параллельно движению автомобиля, так как она будет отражать даже небольшой визг, тем самым упрощая определение места.

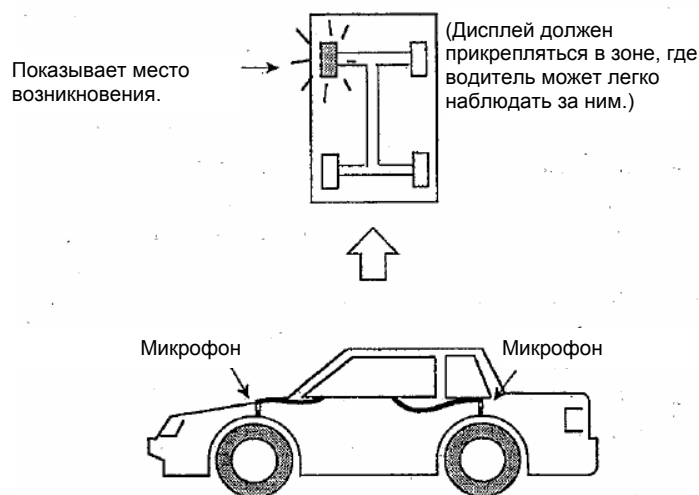
b) Визг может быть более точно проверен двумя людьми, один управляет автомобилем, а второй находится вне автомобиля.

c) Один человек может легко определить визг при помощи устройства контроля звука.

Как использовать 4-канальное устройство контроля звука (только для сведения)

С помощью устройства контроля звука даже один техник может определить, какой из тормозов создает визг. 4-канальное устройство контроля звука имеет четыре микрофона, каждый микрофон может присоединяться около каждого колеса. Устройство контроля звука имеет дисплей, устанавливаемый внутри автомобиля, который позволяет водителю определить, какое из колес создает визг.

Дисплей положения визга



2.2.3 Как устранить визг — основной способ

(1) Об устранении визга

Мы считаем, что указанные в настоящем разделе способы ремонта в основном эффективны для устранения проблемы визга; Однако примите к сведению, что некоторые типы визга не устраняются никакими видами ремонта и могут возобновляться даже после кратковременного устранения визга. Перед началом ремонта обязательно сначала объясните клиенту, что визг тормозов не является функциональной проблемой. Помните, что замена дисков не является автоматическим ответом на появление визга и поэтому не рекомендуется.

Далее представлены три основных пункта, которые необходимо помнить, когда речь идет о визге.

- 1) Для снижения энергии (энергия возбуждения) колодок, которая заставляет вибрировать диск:
 - Выполните фаску колодки для изменения места, посредством которого вибрации передаются от колодок к диску.
 - Используйте колодки с низким коэффициентом трения.
 - Восстановите поверхность дисков. (например, с помощью наждачной бумаги)
- 2) Для снижения вибрации дисков и колодок:
 - Установите под колодки регулировочные прокладки.
 - Нанесите под колодки смазку.
- 3) Для изменения контакта колодки с суппортом (состояние в котором колодки удерживаются суппортом):

Для устранения проблемы визга важно убедиться в том, что колодки установлены надежно, что они не будут вибрировать в местах упора о суппорт, например, в зонах контакта с суппортом, на поршне суппорта и монтажных опорах.

- Улучшить контакт опорных щитов тормозных колодок, монтажных опор, поршня и контактных поверхностей суппорта.

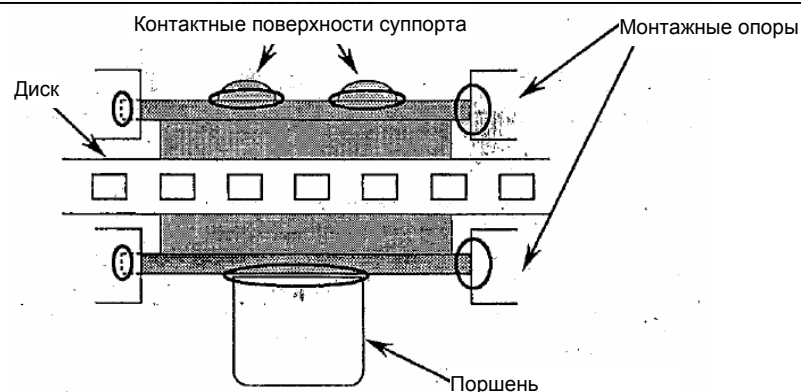


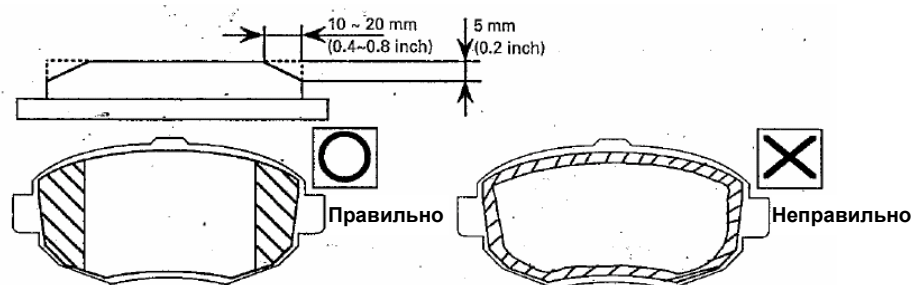
Рис.: Места для проверки в случае визга тормоза

(2) Основные процедуры устранения визга

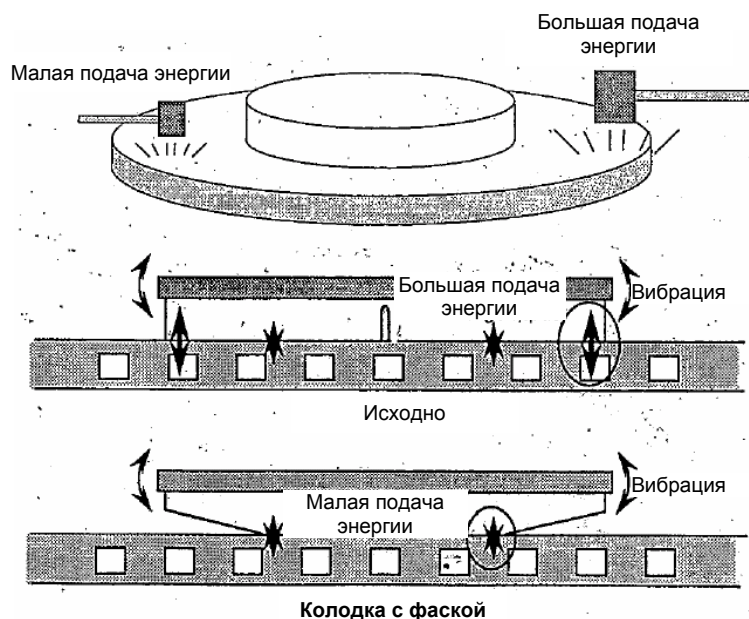
После определения колеса, являющегося причиной визга, выполните три следующие процедуры ремонта только на тормозе соответствующего колеса.

1) Выполните фаску колодок —

Процедура: С помощью наждака или напильника выполните фаску колодок величиной от 10 мм (0,4 дюйма) до 20 мм (0,8 дюйма) с каждой стороны на глубину около 5 мм (0,2 дюйма), см. рисунок. (Запрещено выполнять фаску с верхней кромки колодок, так как это не влияет на визг.)



Задача: Для уменьшения энергии, создающей вибрацию путем срезания двух сторон на каждой колодке, являющихся основными источниками вибрации, приводящей к визгу.



Примечание. Выполнение фасок колодок не изменит общую эффективность колодок.

2) Осмотрите регулировочные прокладки, нанесите смазку (при использовании двух слоев прокладок и высыхании смазки):

Осмотрите регулировочные прокладки:

Осмотрите поверхность резины каждой регулировочной прокладки, проверьте все прокладки на наличие деформации.

Нанесите смазку:

Способ: Нанесите смазку на улавливатель смазки и ушки прокладок.

Задача: Изменение демпфирующего эффекта на смазываемом конце для изменения контакта между колодкой и суппортом. Кроме того, снижение уровня визга за счет улучшения условий перемещения регулировочной прокладки и опорного щита тормозных колодок.

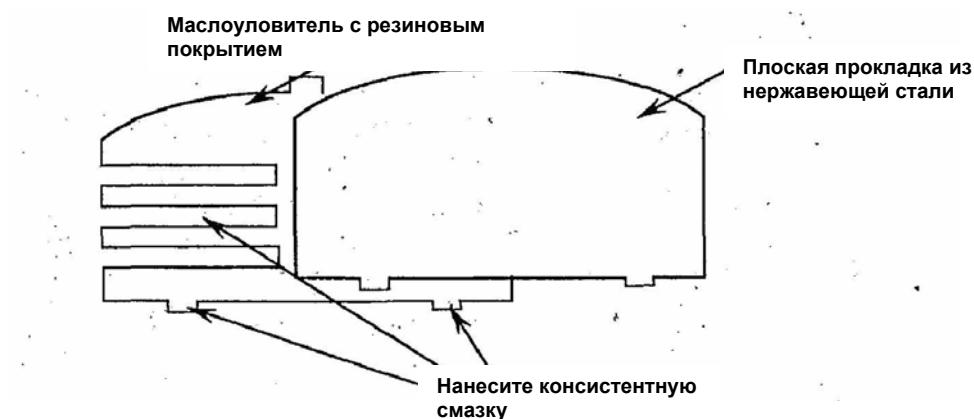


Рис.: Как наносить смазку при использовании двух регулировочных прокладок

3) Сжатие поршней

Способ: С помощью механизма отведения поршня нажмите на поршень один раз.

Задача: Нажатие на поршень может обеспечить более плавное перемещение заклипшего поршня и более надежный контакт с колодкой.

4) Осмотр опорного щита тормозных колодок

Проверьте опорный щит тормозных колодок на наличие деформации, в частности в местах приложения крутящего момента.



Рис.: Зона приложения крутящего момента

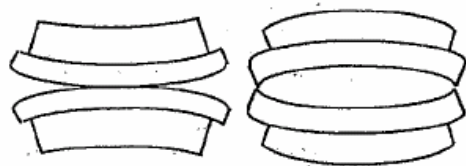


Рис.: Как проверять колодки на наличие деформации.

2.2.4 Другие способы устранения визга

1) Шлифовка опорного щита тормозных колодок

Положите колодки, являющиеся источником визга, вместе на обратную сторону. В случае изгиба шлифуйте опорные щиты тормозных колодок таким образом, чтобы колодки, цилиндры и контактные поверхности суппортов имели равномерный контакт. Иногда этот способ может устранить визг колодок.

Способ: Поместите крупнозернистую наждачную бумагу (размер зерна #40–100) на плоскую поверхность и шлифуйте опорные щиты тормозных колодок для обеспечения равномерного контакта между контактными поверхностями суппорта и подкладными планками.

Задача: Изменение частоты визга путем изменения контакта между контактными поверхностями суппорта и колодками.

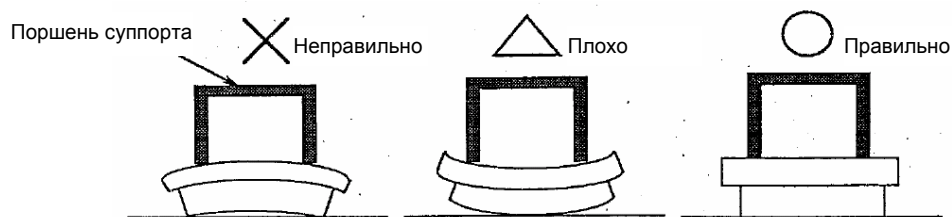


Рис.: Изгиб колодки, приводящий к визгу

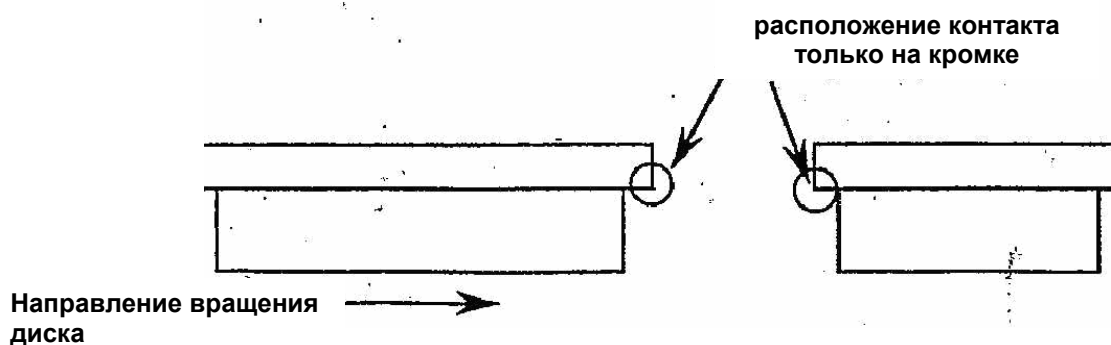
2) Пришлифуйте колодки в месте приложения крутящего момента (направляющая колодки/наконечник) во время торможения, нанесите консистентную смазку.

Тщательно осмотрите колодки, создающие визг, чтобы выявить возможную неровность в месте приложения крутящего момента, на поворотной внешней стороне диска (см. рисунок далее). Неровность носит обычный характер. В этом случае указанные далее меры могут прекратить визг.

Способ: (1) С помощью наждачной бумаги шлифуйте зону контакта колодки, чтобы колодки контактировали с монтажными опорами суппорта как можно равномернее.

(2) Нанесите смазку на поверхность приложения крутящего момента (направляющая колодки/наконечник)

Задача: Уменьшение трения в месте приложения крутящего момента для обеспечения стабильности работы колодок во время торможения.



3) Обработайте механически или напильником поверхность диска

После достаточной приработки дисков и колодок, а также появления блеска на поверхности дисков, они становятся более подверженными образованию визга. При возникновении такого состояния визг может быть исключен путем «обновления» поверхности дисков.

Способ: Используйте станок для проточки дисков или напильник для придания шероховатости поверхности диска.

Задача: Для удаления частиц износа, которые прилипают к поверхности диска, для снижения усилия, создающего вибрацию.

Такой же эффект может быть получен путем использования тормозных колодок, которые имеют встроенные так называемые «напильники» для придания шероховатости поверхности в момент включения тормозов.

Примечание: Чем более шероховатая поверхность диска, тем дольше будет ощущаться эффект устранения визга. Однако необходимо отметить, что после заглаживания поверхности диска необходимо проверить автомобиль на отсутствие чрезмерных шумов до его передачи клиенту.

Так как поверхность диска после ее механической обработки более шероховатая чем поверхность нового диска, то обработанный диск не будет визжать более длительное время в сравнении с новым диском. Поэтому замена диска не рекомендуется.

При необходимости замены колодок используйте крупнозернистую наждачную бумагу (размер зерна #40–100) для шлифовки поверхности дисков с целью удаления частиц износа, тем самым делая диски и колодки менее подверженными образованию визга. При шлифовке дисков выполняйте ее в направлении снаружи-внутрь (а не по радиусу).



4) Замена регулировочных прокладок

Способ: В случае значительного ухудшения резинового покрытия регулировочных прокладок из-за нагрева их замена может снизить визг.

Задача: Регулировочные прокладки увеличивают затухание путем трения между двумя пластинами, а также использования смолы, резины и клеящих слоев.

5) Контроль биения диска

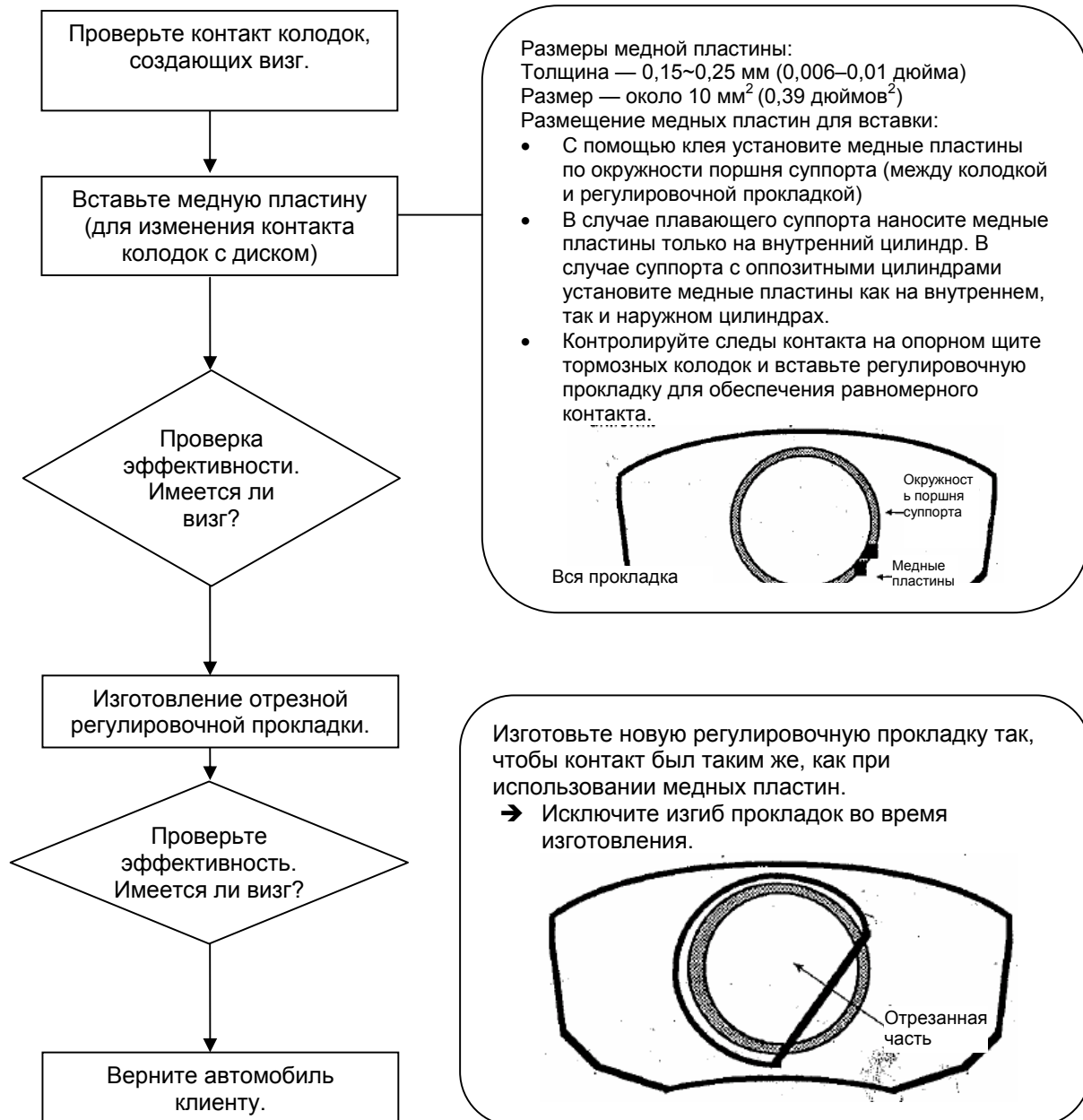
Способ: Если биение диска значительно отклоняется от указанного значения, его исправление может помочь в снижении визга.

Задача: Изменение контакта между контактными поверхностями суппорта и колодками для снижения визга.

6) Изготовьте отрезные регулировочные прокладки для максимального контакта

Способ: Отрежьте часть каждой прокладки для изменения контакта суппорта с колодками, снизив уровень визга.

Задача: Изменение контакта между суппортом и колодками.



7) Выполните взаимозамену дисков с противоположных сторон оси, выполните взаимозамену внутренней и наружной колодок

Способ: Если тормоз автомобиля визжит, поменяйте местами диски, внутреннюю и наружную колодки.

Задача: Изменение контакта колодки с диском путем замены направления скольжения колодок и дисков с целью снижения визга.

8) Обеспечьте дополнительный разрез в колодках

Способ: Если колодки не имеют разреза, сделайте его в вертикальном, горизонтальном или диагональном направлении.

Задача: Изменение давления контакта между колодками и диском для снижения визга.

9) Изменение угла крепления суппорта к монтажной опоре

Способ: Установите регулировочную прокладку толщиной около 0,2 мм (0,008 дюйма) в той части, где суппорт крепится к монтажной опоре и где монтажная опора крепится к кулачку.

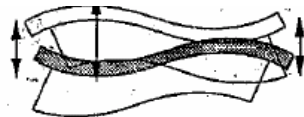
Задача: Изменение давления контакта между колодками и диском для снижения визга.

Примечание: Исключите использование более толстой прокладки, так как это может привести к чрезмерному прихвату суппорта.

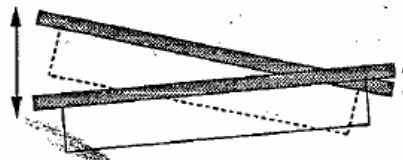
В случае низкочастотного визга:

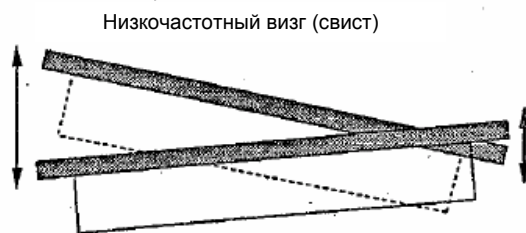
При низкочастотном визге колодки вибрируют в положении жесткого крепления. По этой причине используйте прокладки, позволяющие колодкам контактировать в верхней части для ограничения основной причины вибрации колодки. В результате в колодках создается «момент инерции», который будет эффективен для снижения низкочастотного визга. Фаски колодок в диагональном направлении дают похожие результаты.

Обычный визг (скрип или пронзительный визг)

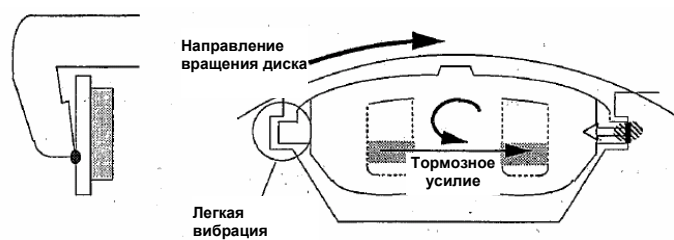


Низкочастотный визг (свист)

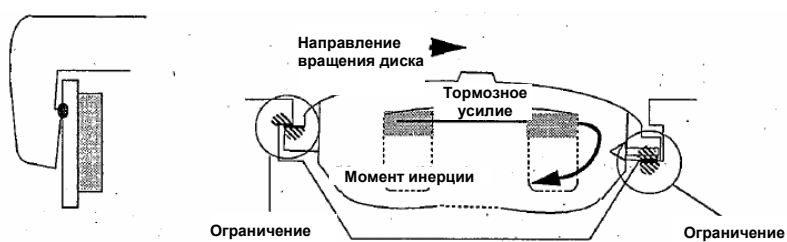




<Удержание ослабленной колодки>



<Удержание колодки за счет контакта в верхней части суппорта>



<Удержание колодки с диагонально скошенными колодками>

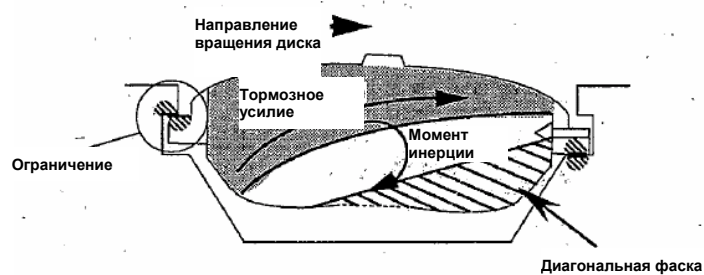
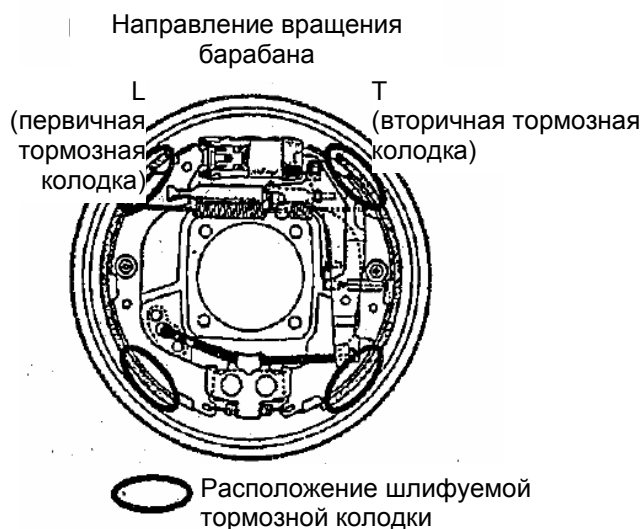


Рис. Примеры контрмер по устранению низкочастотного визга

(10) Как устранить визг барабанного тормоза

Способ 1: С помощью наждачной бумаги с зернистостью #40–100 пришлифуйте приблизительно 50 мм по верхнему и нижнему краям каждой тормозной колодки. Обеспечивая контакт центра тормозной колодки с барабаном можно немного уменьшить тормозной эффект, тем самым ограничив визг.

Поскольку автомобиль продолжает движение, то колодка будет вступать в полный контакт с барабаном, возможно вызывая повторное возникновение визга.



Способ 2: С помощью шлифовальной машинки или напильника обработайте верхнюю кромку каждой колодки.

Обеспечив контакт центра колодки с барабаном можно немного снизить тормозной эффект, ограничив тем самым визг. Этот способ позволяет обеспечить сохранение эффективности ремонта на более длительный срок в сравнении со способом 1. Однако при выполнении этого помните о том, что он может привести к большему ходу педали тормоза и более низкому эффекту стояночного тормоза.

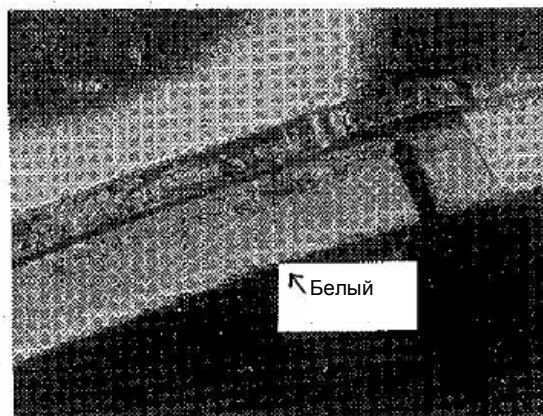
Способ 3: Если смазка на выступе опорного щита барабанного тормоза высохла, то ее повторное нанесение в этом месте может оказаться эффективным для предотвращения визга барабанного тормоза.

(11) Если клиент использует автомобиль в тяжелых условиях

Если автомобиль используется в сверхтяжелых условиях, например, непрерывное движение под гору или движение по круговому участку смола колодок начинает выгорать, оставляя частицы износа на поверхности колодки (что увеличивает коэффициент трения). Часто это приводит к сильному визгу.

Это можно проверить путем осмотра опорного щита тормозных колодок; в этом случае их цвет меняется на белый.

В таком случае зачистите фрикционный материал на поверхности колодок с помощью наждачной бумаги. Если тепло проникло на достаточную глубину в колодки, последние могут потребовать замены. Кроме того, можно предполагать, что на поверхности диска будет присутствовать покрытие, приводящее к визгу колодок, следовательно, используйте наждачную бумагу для зачистки поверхности диска. Однако следует отметить, что диски не требуют замены.



Колодка и диск в чрезвычайно трудных условиях работы

2.2.5 Дополнение: описание механизма образования визга

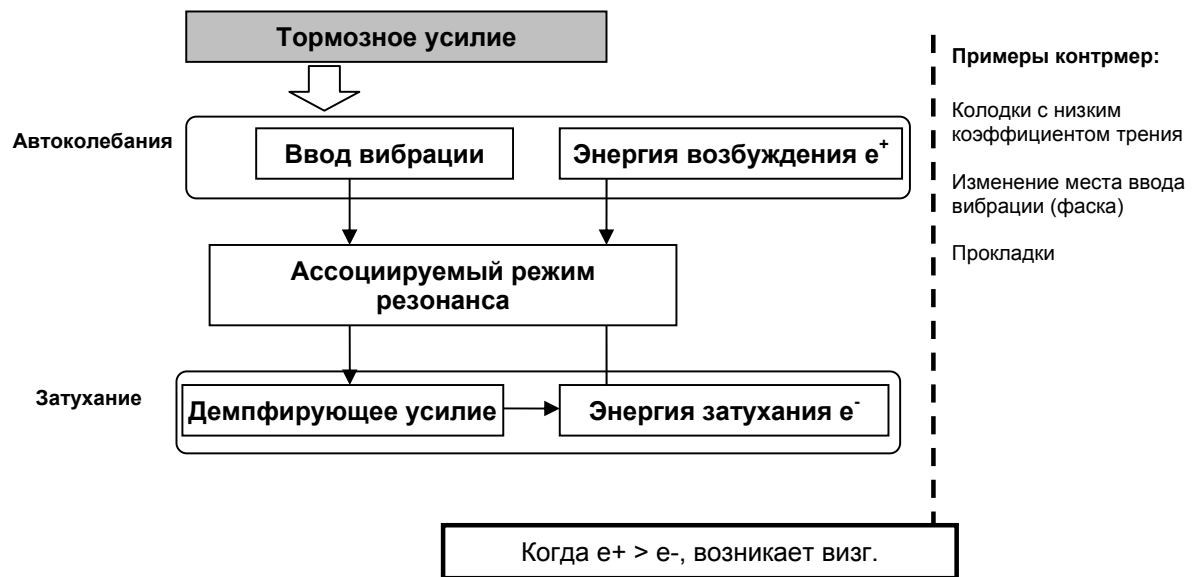
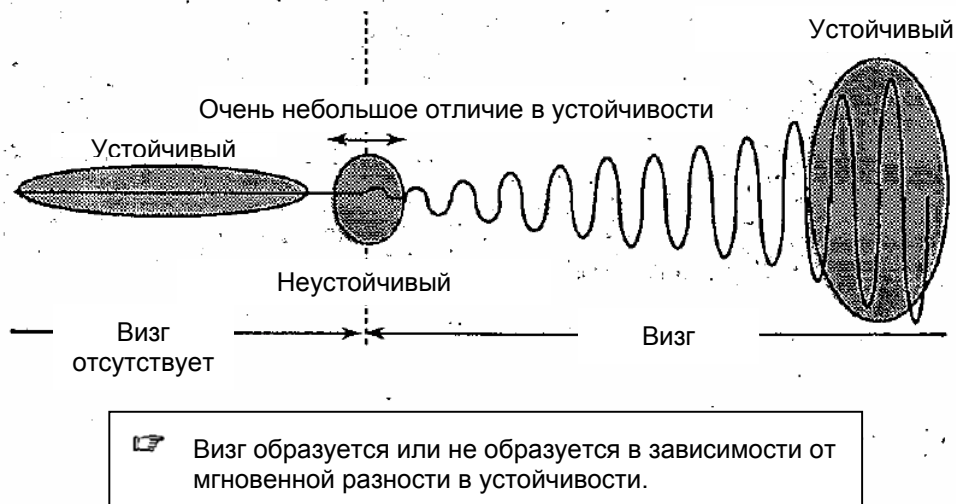


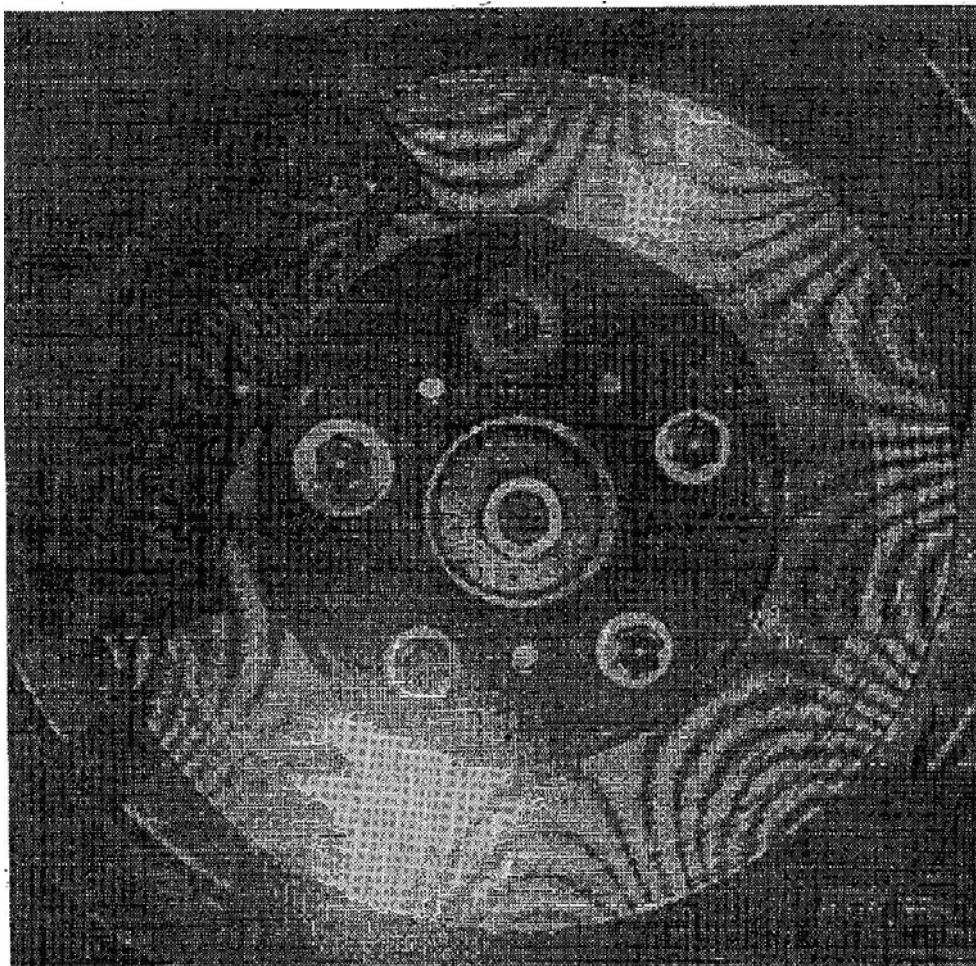
Рис.: О явлении визга тормозов

Концепция условий образования визга



Режим вибрации диска во время образования визга

Анализ выполнен с помощью лазерной голографии



Глава 3: Шум тормоза

3.1 Различия между визгом и шумом тормозов

Как визг, так и шум тормозов являются признаками создания звука тормозами во время торможения. Так как механизмы образования визга и шума различаются, то должны использоваться и различные способы ремонта.

Ниже перечислены характеристики шума тормоза:

1. Шум тормоза — признак, образующийся в момент нахождения автомобиля в определенном состоянии, например, указанном далее.

<Пример 1>

После попадания воды на тормозные колодки.

<Пример 2>

Когда педаль тормоза нажата со значительно большим усилием. Таким образом, шум тормоза не обязательно образуется при всех условиях использования клиентами своих автомобилей.

2. Обычно шум тормоза образуется при частоте, которая ниже частоты визга тормоза.

3. Шум тормоза также образуется в момент, когда трущиеся поверхности между тормозными колодками и диском находятся в определенном состоянии. Следовательно, даже при образовании шума он может через некоторое время прекратиться.

4. Шум тормоза является признаком того, что усилие трения, созданное колодками и диском, превращается в усилие вибрации, заставляя систему подвески и кузов вибрировать и производить звуки (или колебания). Так, это является признаком, который можно легко слышать внутри автомобиля.
(С другой стороны, визг тормоза образуется только в суппортах, колодках и дисках и может быть легко слышен снаружи автомобиля.)

Независимо от случая отсутствуют какие-либо проблемы с характеристиками, например, с точки зрения эффективности торможения, даже когда имеет место шум тормоза.

3.2 Как проверить шум тормоза.

Способы проверки шума тормоза в основном такие же, что и для проверки визга тормозов, см. главу 2.

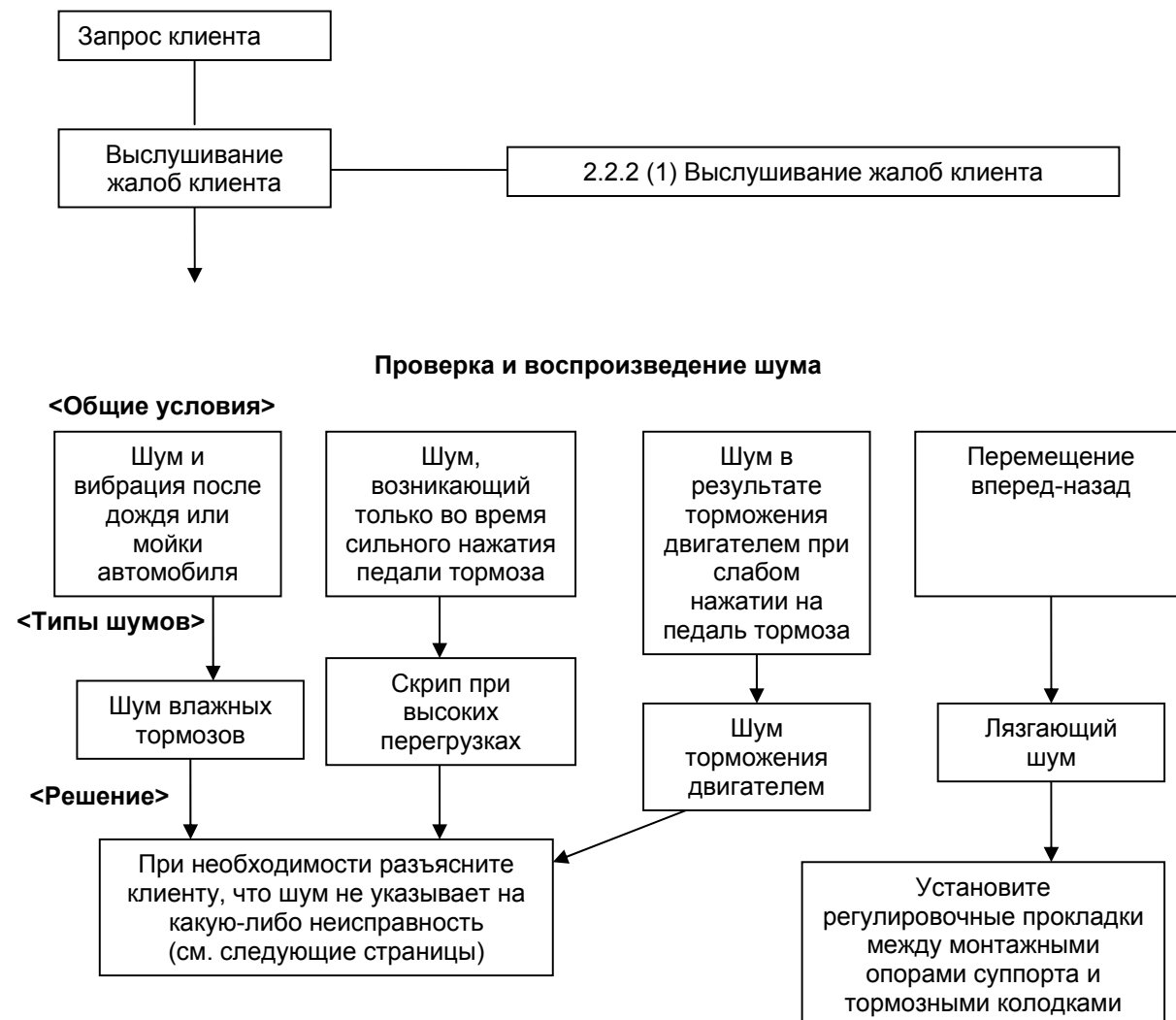
Тормоза колеса, которые производят шум, должны ремонтироваться, по возможности, путем первоначального опроса клиента об условиях возникновения шума, а также воспроизведением шума.

Помните, что даже при возникновении шума только при нажатии педали тормоза (или, в некоторых случаях, при повороте рулевого колеса) это необязательно означает, что шум создается тормозами.

В этом случае должно использоваться устройство для контроля звука (см. главу 2) для проверки того, создается ли шум тормозами или системой подвески, до начала ремонта части, создаваемой шум.

3.3 Как проверить и устранить шум тормоза.

Используйте приведенную далее блок-схему для проверки и устранения шума тормозов.



3.4 Механизм и способ устранения шума тормоза

3.4.1 Признаки влажного шума и вибрации:

- После увлажнения тормозных колодок в результате промывки автомобиля шум или вибрация возникают при торможении непосредственно перед остановкой автомобиля.
- Шум носит характер трения или скрипа, сопровождающегося вибрацией рулевого колеса и кузова.
- Уровень или частота шума ухудшаются через несколько минут или даже после парковки автомобиля на ночь сразу же после мойки автомобиля.
- Чем сильнее включение тормоза, тем меньше шум и вибрация, в конечном счете они полностью исчезают.

Механизм образования шума:

- Признак, возникающий при внезапном увеличении трения тормозных колодок, когда они впитывают воду после мойки автомобиля.
- Этот признак вызван состоянием, когда тормозные колодки становятся слишком влажными (как вода вступает в контакт с колодками) и материал колодок вспучивается.

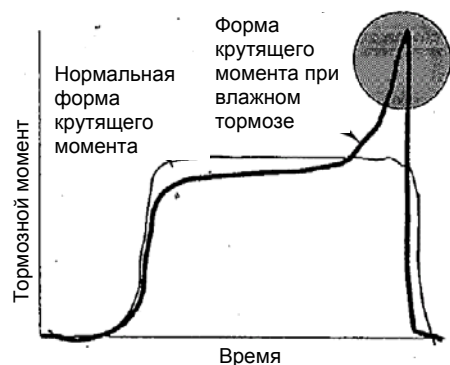


Рис.: Сравнение форм крутящего момента

Контрмеры:

Иногда после увлажнения тормозных колодок вследствие мойки автомобиля может произойти мгновенное увеличение тормозного усилия. В этом случае попросите клиента нажать несколько раз на педаль тормоза, тем самым позволяя вернуть тормоз в состояние нормального тормозного усилия.

(Разъясните клиенту, что в основном это временный признак, появляющийся только после мойки автомобиля, и что это состояние не является неисправностью.)

3.4.2 Скрип во время резкого торможения

Признаки:

- При резком постепенном нажатии на педаль тормоза шум возникает непосредственно перед полной остановкой.
- После возникновения шума он будет относительно легко возникать снова без изменения уровня звука.
- Звук может быть простым скрипом, прерывистым и повторяющимся скрипом или непрерывным звуком шлифовки.
- Этот шум не сопровождается вибрацией рулевого колеса или педали тормоза.

Механизм образования шума:

- Во время торможения тормозные колодки и диск скользят относительно друг друга, создавая поверхность трения. При вибрации между колодками и диском создает шум.
- Вибрация между колодками и диском заставляет систему подвески резонировать и передавать звук внутрь автомобиля.

Контрмеры:

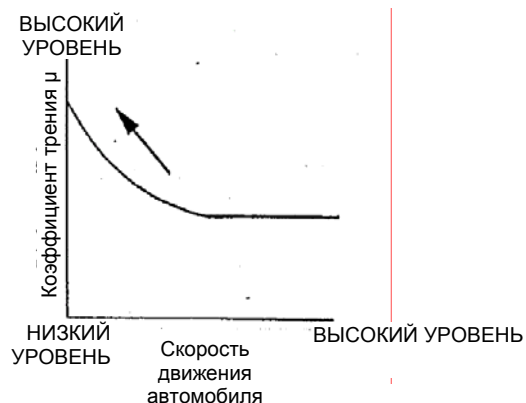
1. Это признак образования шума только в случае резкого торможения.
Разъясните заказчику, что при нормальном торможении шум будет отсутствовать, что не будет сопровождаться снижением тормозного усилия.
2. Шум прекращается при резком изменении давления прижатия колодок к диску.
(Пример: Изменение контакта в верхней части из-за установки прокладок)

Перед использованием этого способа убедитесь в том, что он не снизит чувствительность педали, не усилит прихватывание суппорта или визг тормозов.

3.4.3 Шум, возникающий при скольжении с передачей крутящего момента

Признаки:

- На автомобиле с автоматической трансмиссией повторяющийся вой возникает при торможении двигателем, дополняемым легким торможением тормозами.
- Шум в таком режиме особенно заметен при движении вниз по склону.
- Когда уровень шума при скольжении с передачей момента увеличивается, то это может привести к вибрации кузова автомобиля и рулевого колеса.



Механизм образования шума:

- Этот шум образуется коэффициентом трения колодок/диска, который увеличивается при низкой скорости автомобиля. Он чаще возникает непосредственно перед остановкой, а не во время движения.
(Вызван разностью динамического коэффициента трения и статического коэффициента трения.)
- Некоторые колодки отличаются большей шумностью, чем другие. (Шум также может зависеть от других условий, например, температура окружающего воздуха или история автомобиля.)

Контрмеры:

- Настоятельно рекомендуем клиентам использовать сильное включение тормоза вместо торможения двигателем. Одновременно разъясните клиенту, что этот признак не связан с какой-либо функциональной проблемой, и что это не является неисправностью.

3.4.4 Лязгающий звук

Признаки:

- Когда автомобиль двигается вперед или назад, то «лязгающий звук» образуется один раз, сразу же после нажатия педали тормоза.
После возникновения этого звука он может повторяться всякий раз в момент нажатия педали тормоза.

Механизм образования шума:

- Из-за большого зазора между установленными монтажными опорами суппортов (которые удерживают колодки) и колодками, последние ударяют о монтажные опоры (или опорные зажимы), приводя к лязгу.

Контрмеры:

- Для исключения движения колодок установите регулировочные прокладки между опорными зажимами и монтажными опорами. Как правило, толщина прокладки должна быть 0,2 мм (0,008 дюйма). после установки прокладки убедитесь, что это не усилило прихватывание суппорта. Далее проверьте эффективность контрмеры. (Если прокладка выполнена из стали, то проблем не должно быть.)

3.4.5 Другие типы шумов

Существуют другие типы шума, например, похожий на шлифовку опорных зажимов колодок или направляющих штифтов суппорта, или звук прихватывания, вызванный выпавшей регулировочной прокладкой.

Если слышен шум, то место его возникновения должно быть определено (в некоторых случаях с помощью анализатора шума), для тщательного осмотра участка.

Глава 4: Вибрация тормозов

4.1 Что такое вибрация тормозов?

Вибрация тормозов — признак возникновения вибрации во время торможения, например, в кузове, на приборной панели, в рулевом колесе или педали тормоза. Частота вибрации тормоза составляет 10–30 Гц, что может быть описано людьми как дрожание.



Вибрация тормоза, как рассматривается в настоящем разделе, является признаком отличным от скрипа или гудения, создаваемых непосредственно перед остановкой автомобиля.

4.2 Как проверить вибрацию тормоза.

Вибрация тормоза — признак, который может быть относительно легко повторен. Обычно она повторяется с помощью процесса проверки при выполнении условий торможения и создания, указанных клиентом.

Хотя признак проще воспроизвести на высоких скоростях, когда уровень вибрации значителен, он может быть воспроизведен и на низких скоростях.

Однако трудно определить место возникновения вибрации, т.е. от передних или задних колес. Часто ремонт может включать все четыре колеса.

[Определение вибрации передних и задних тормозов]

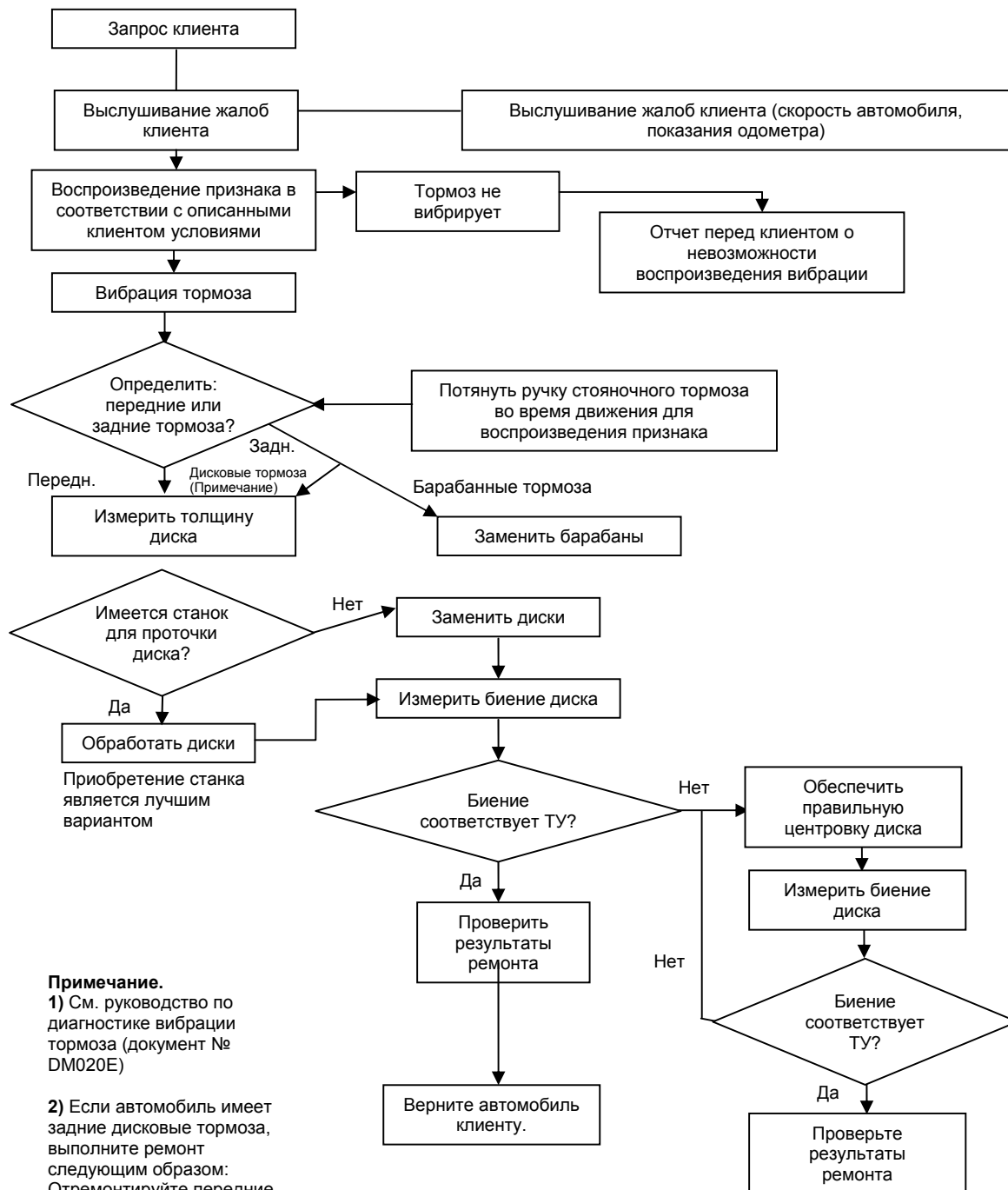
Если вибрация тормозов может быть легко воспроизведена, то для определения источника вибрации (передние или задние тормоза) включите стояночный тормоз в режиме движения с малой скоростью. Если вибрация тормоза не может быть легко воспроизведена, или если стояночный тормоз является барабанно-дисковым, проверьте, приводит ли вибрация к вибрации рулевого колеса в круговом направлении. Если рулевое колесо вибрирует в круговом направлении, то вибрация создается передними тормозами.

Если вибрацию трудно определить, то измерьте толщину передних дисков. Если изменение толщины диска соответствует 2011, то возможно вибрация, создаваемая задними тормозами, очень высока

(См.: автомобили с дисковыми тормозами всех четырех колес хорошо известны по вибрации, создаваемой передними тормозами.)

4.3 Блок-схема проверки вибрации тормозов и ее устранения

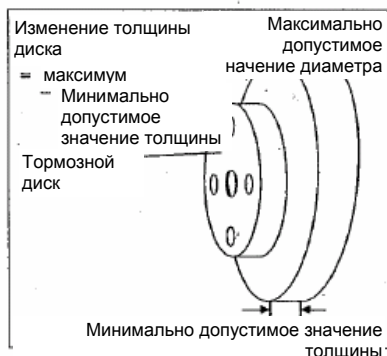
Используйте представленную ниже блок-схему для определения и устранения вибрации.



4.4 Механизм вибрации дискового тормоза

4.4.1 Изменение толщины диска

Изменение толщины диска приведет к колебаниям тормозного усилия и гидравлического давления, что в свою очередь приведет к вибрации тормоза. Термин «изменение толщины диска» обозначает величину разности толщины (максимальная/минимальная толщина), имеющейся по окружности диска.



Взаимосвязь между изменением толщины и вибрацией

Изменение толщины, мм (дюйм)	Уровень вибраций
0,02 макс.	Вибрация практически не ощущается.
0.02-0.04	Можно ощутить дрожание. Оно создает небольшой дискомфорт.
0,05 мин.	Ощущается сильная некомфортная вибрация. Она создает ошвишение

4.4.2 Колебания тормозного усилия и гидравлического давления

Когда диск находится в области минимальной толщины (цифра слева), то тормозное усилие мало. Когда диск имеет максимальную толщину, тормозное усилие большое. Эти процессы повторяются циклически, тем самым образуя колебания тормозного усилия и гидравлического давления.

Повторяется циклически

Колебания тормозного усилия заставляют колеса и систему подвески дрожать, а кузов и рулевое колесо вибрировать.

Колебание гидравлического давления передается по линиям системы торможения, заставляя вибрировать педаль тормоза (колебания).

4.5 Причины изменения толщины диска

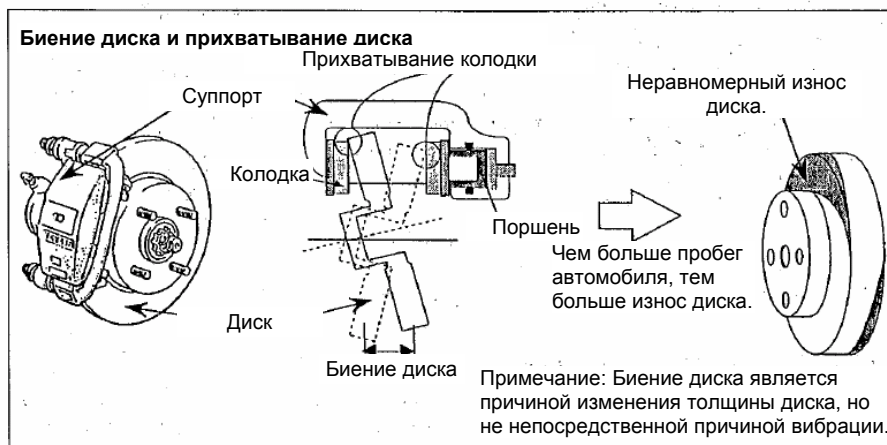
Далее перечислены факторы, создающие изменения толщины диска.

1. Неравномерный износ диска, вызванный биением диска и прихватыванием колодки.
2. Черная ржавчина на скользящей поверхности диска.
3. Тепловая деформация диска.

На практике подтвержденные причины вибрации диска в основном связаны с первым фактором. Неравномерный износ диска вызван биением диска и прихватыванием колодки.

4.5.1 Неравномерный износ диска.

Неравномерный износ диска вызван прихватыванием колодок (за счет контакта колодка/диск) во время движения, а также биением диска. Это возникает из-за неравномерного износа диска при чередовании сильного и слабого давления тормозных колодок на диск при вращении диска.



Величина биения диска и тип облицовки определяют легкость изменения толщины диска. Кроме того, к определяющим факторам относятся условия использования автомобиля и тормозов.

Таким образом, некоторые клиенты не имеют изменения толщины диска своего автомобиля после пробега десятков тысяч миль, в то время как другие клиенты сталкиваются с этим почти сразу же.

Биение диска:

Биение диска зависит от следующих факторов:

1. Величина биения, определяемая точностью самого диска.
2. Величина биения, определяемая точностью ступицы **оси**.
3. Деформация диска или изменение фазы колеса во время его сборки

Текущий стандартный допуск для биения диска составляет 0,05 мм (0,002 дюйма) (или 0,07 мм (0,003 дюйма) для коммерческого транспорта). Если смотреть с точки зрения мировой перспективы, то это значение является лучшим.

Для минимизации вибрации тормозов лучше поддерживать биение диска на минимально возможном уровне (по возможности, равным нулю).

Прихватывание колодки:

Прихватывание колодки имеет место в том случае, если отсутствует плавное перемещение суппорта. В частности, заедание подвижных пальцев, часто является причиной прихватывания колодки.

Даже если суппорт перемещается плавно, прихватывание колодки может полностью не устраниться, так как материал покрытия продолжает приводить к износу диска. В этой связи неметаллические материалы покрытия могут эффективно снижать износ диска.

4.5.2 Черная ржавчина на дисках

Изменение толщины диска может быть вызвано черной ржавчиной, образующейся на поверхности диска. После длительной парковки автомобиля на открытом воздухе на дисках может образоваться большое количество ржавчины. Даже после включения тормозов ржавчина может не исчезнуть полностью, оставляя черную ржавчину на поверхности.

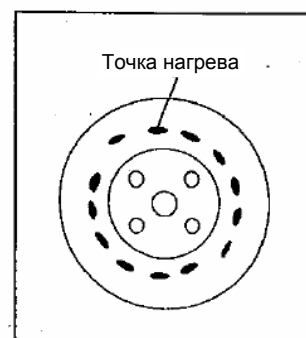
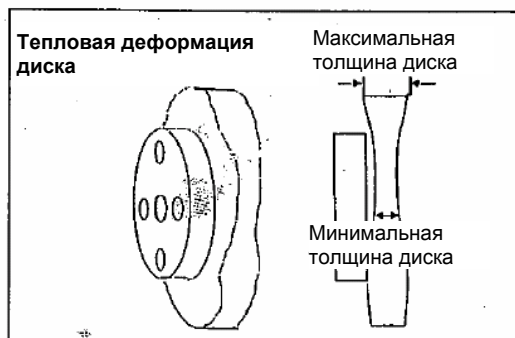
ПРИМЕЧАНИЕ. Красная ржавчина, образующаяся во время парковки автомобиля во время дождя, исчезает после неоднократного применения тормозов. Этот тип ржавчины напрямую не связан с черной ржавчиной.



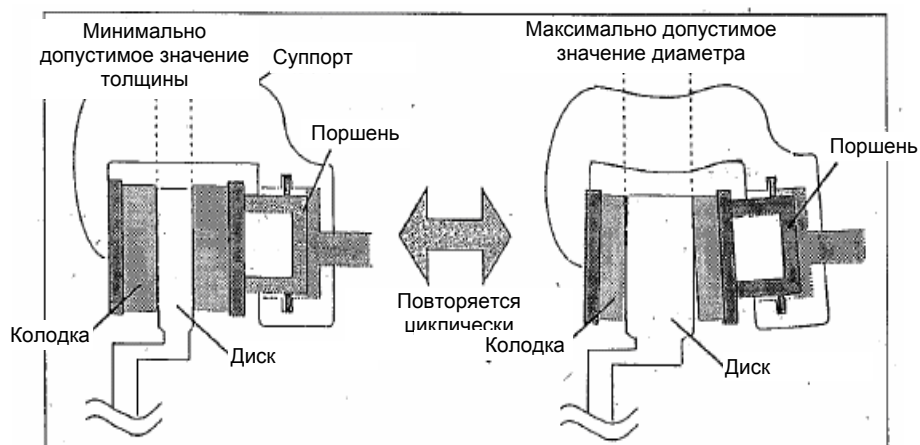
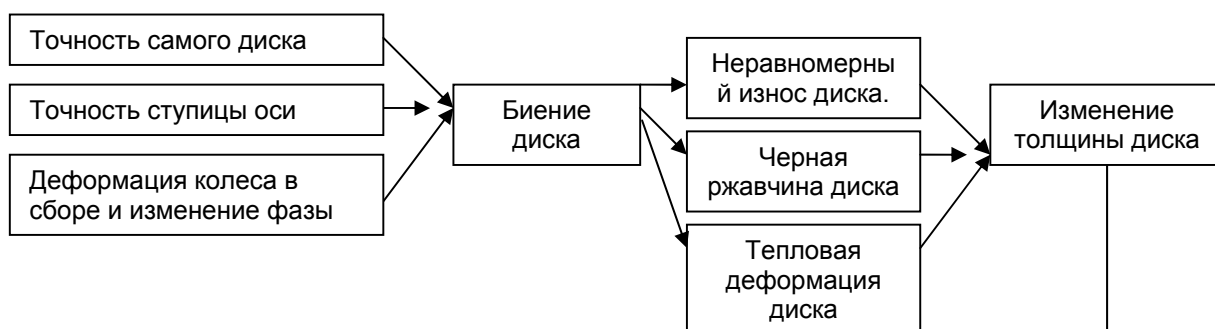
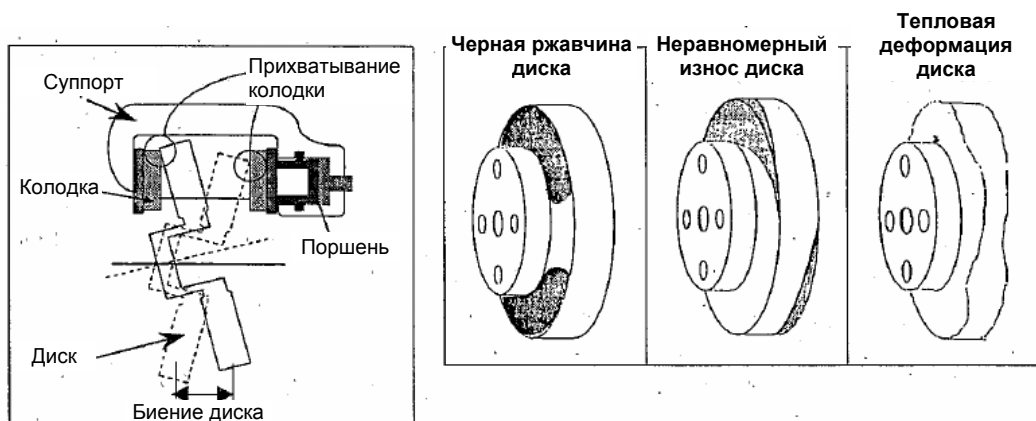
4.5.3 Тепловая деформация диска

После повторяющегося внезапного торможения на высоких скоростях диски могут подвергнуться тепловой деформации, которая может привести к вибрации. Более того, когда автомобиль движется быстрее, на поверхности диска могут образовываться точки нагрева, приводя к рокочущему звуку.

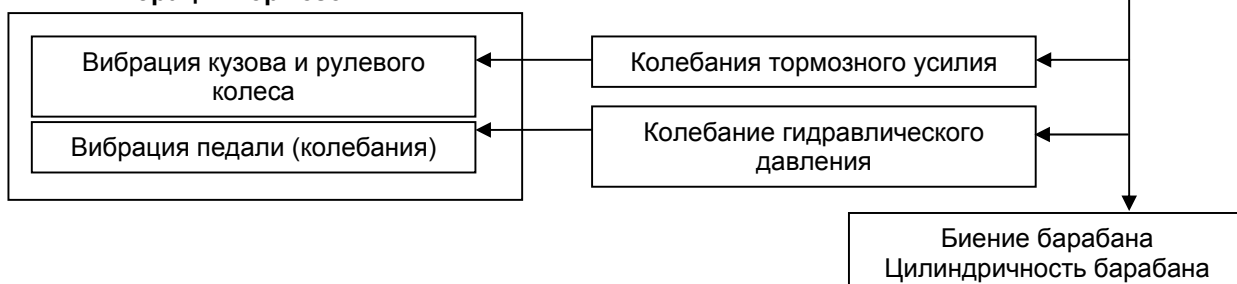
ПРИМЕЧАНИЕ. Этот признак редко возникает в нормальных условиях.



< Краткое описание механизма вибрации тормоза >



Вибрация тормозов



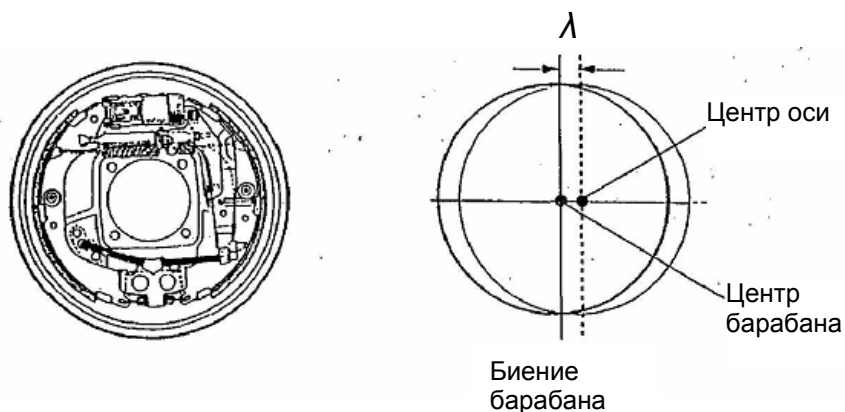
4.6 Механизм вибрации барабанного тормоза

Аналогично дисковому тормозу, вибрация барабанного тормоза сопровождается колебаниями тормозного усилия и гидравлического давления. Биение барабана и цилиндричность барабана определяют вибрацию барабанного тормоза.

4.6.1 Биение барабана

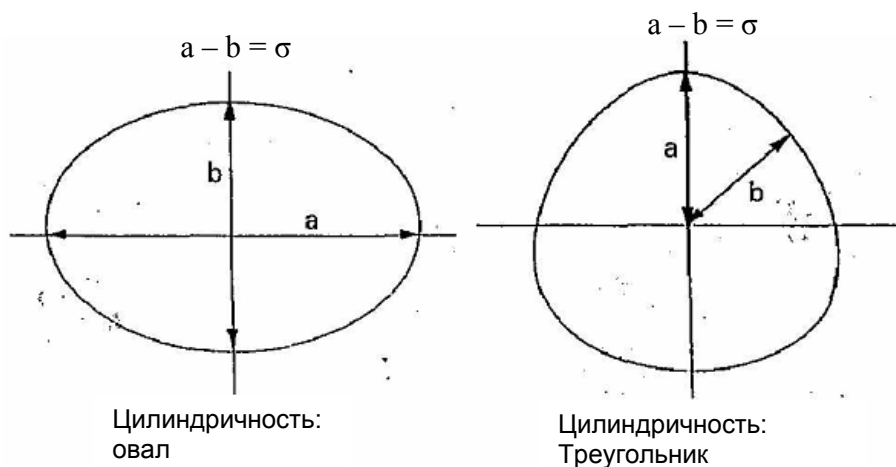
Биение барабана (λ на графике) образуется разностью между центром оси и центром барабана. Далее перечислены факторы, определяющие биение барабана.

1. Биение имеет место по оси вала и по самой ступице.
2. Биение имеет место в самом барабане.
3. Благодаря отклонению фланца барабана биение создается в момент сборки барабана.



4.6.2 Цилиндричность барабана

Одним из критериев точности барабана является его цилиндричность (σ). На диаграмме ниже показаны два примера изменения цилиндричности барабана. Цилиндричность барабана может быть легко изменена в результате ударов молотком о барабан или в результате падения барабана. Следовательно, очень важно при работе с барабанами автомобиля соблюдать осторожность, в частности, если клиент выражает жалобы в отношении вибрации тормозов.

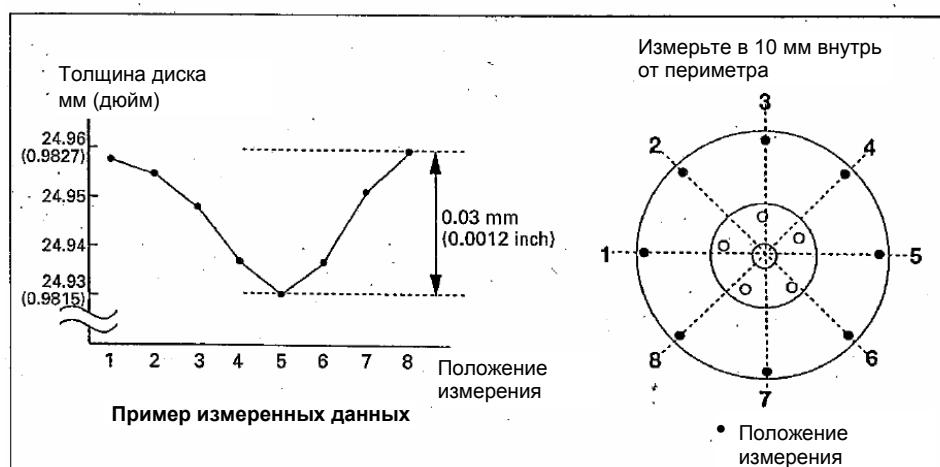


4.7 Как устранять вибрации тормоза

4.7.1 Как устранять вибрации дисковых тормозов

[Измерение изменения толщины диска]

Микрометром измерьте толщину диска в восьми точках, показанных справа, в 10 мм внутрь от периметра диска. Разность между максимальным и минимальным значениями является изменением толщины.



[Токарная обработка на автомобиле]

Для исключения повторного возникновения мы рекомендуем использование токарной обработки на автомобиле, которая одновременно может исправить как биение диска, так и изменение толщины диска.

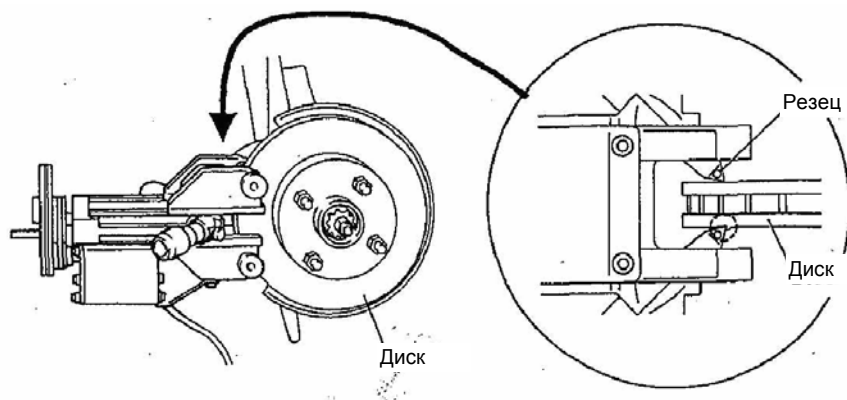
В сравнении с обточкой вне автомобиля обточка на автомобиле лучше, так как она способна минимизировать биение диска и исключить повторные явления.

Биевание диска

0,01 мм макс. (0,0004 дюйма)

Изменение толщины диска

0,005 мм макс. (0,0002 дюйма)



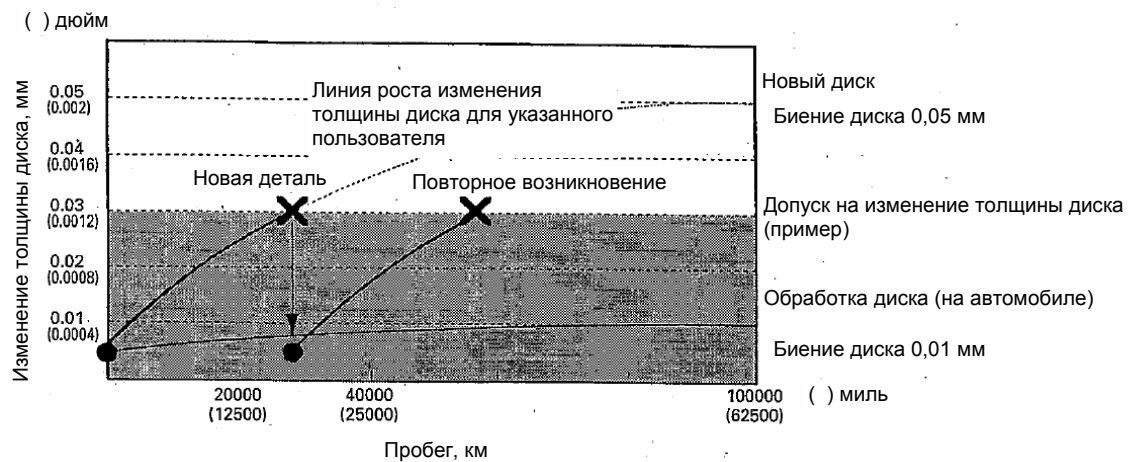
[Замена деталей]

если диски заменяются, то изменение толщины диска уменьшается, а признак на время исчезает. Однако для исключения повторного возникновения на длительной основе важно обращаться к руководству по ремонту, чтобы обеспечить нахождение биения диска в указанных допусках. Кроме того, важно изменить фазу диска в отношении болтов ступицы, тем самым минимизируя биение.

Для устранения как биения диска, так и изменения толщины диска использование токарной обработки на автомобиле намного лучше замены деталей.

Дополнительная информация

Концепция повторного возникновения проблемы после замены деталей и эффективность использования токарной обработки



4.7.2 Как устранять вибрации барабанных тормозов

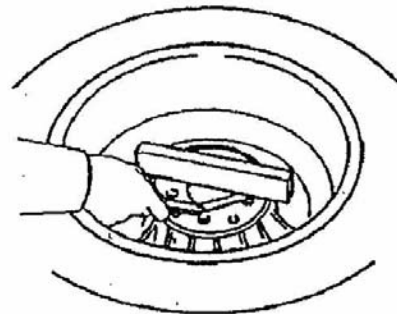
Во-первых, важно понимать, что цилиндричность барабана может быть легко изменена в результате ударов молотком о барабан или в результате падения барабана.

Необходимо соблюдать предельную осторожность при работе с барабанами не только при устранении вибрации тормоза, но и при регулировке тормозов для устранения визга или при очистке барабанов в рамках программы обеспечения безопасности движения. Это исключит воздействие чрезмерного усилия, которое может вызвать деформацию барабанов.

В случае барабанов единственный путь измерения биения и цилиндричности состоит в выполнении отверстия доступа в опорном щите тормозных колодок. Однако, поскольку это не является практичным подходом к проведению ремонта, мы будем использовать способ ремонта, доказавший свою эффективность.

[Выравнивание колеса]

Если плоская форма барабана изменяется под действием ржавчины на контактных поверхностях колеса и барабана, используйте наждачную бумагу для удаления ржавчины. Путем такого улучшения плоской формы можно исключить деформацию барабана во время сборки колеса.



[Затяжка ступицы путем включения стояночного тормоза]

При данном способе ремонта болты ступицы затягиваются при включенном стояночном тормозе. При этом фиксируется центр барабана, что минимизирует биение барабана. Например, этот способ эффективен, когда имеется большое отклонение фланца барабана.

Для справки: Обработка шлифовальной бумагой или шлифовальной машинкой тормозных колодок

В некоторых случаях вибрации барабанного тормоза могут быть минимизированы путем обработки шлифовальной бумагой или шлифовальной машинкой тормозных **колодок**.

