

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ ТОРМОЗНЫХ ДИСКОВ (ЧАСТЬ 2)

Федотов Е.С., Стародуб М.В., Кузнецов В.А.

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

Ключевые слова: тормозная система, тормозной механизм, тормозной диск, тормозная колодка, износ, пара трения.

Аннотация. Тормозная система автомобиля является одной из основных систем обеспечивающих безопасность движения автомобиля. Стабильность и безотказность ее работы, как правило, зависит от правильной эксплуатации, качественным проведение работ по техническому обслуживанию и ремонту, а так же установке качественных расходных элементов. Тормозные диски во время работы могут подвергаться различным термическим динамическим нагрузкам, которые при неправильных условиях эксплуатации могут привести к выходу из строя тормозной системы. В данной статье представлены наиболее часто встречающиеся виды повреждений тормозных дисков, возникающие при нарушении их эксплуатации.

CAUSES OF DAMAGE TO THE BRAKE DISCS (PART 2)

Fedotov E.S., Starodub M.V., Kuznetsov V.A.

Kuban State Technological University, Krasnodar

Keywords: brake system, brake mechanism, brake disc, brake pad, wear, friction pair.

Abstract. The brake system of the car is one of the main systems that ensure the safety of the car. The stability and reliability of its operation, as a rule, depends on proper operation, high-quality maintenance and repair work, as well as the installation of high-quality consumables. The brake discs can be subjected to various thermal dynamic loads during operation, which, under improper operating conditions, can lead to failure of the brake system. This article presents the most common types of damage to brake discs that occur when their operation is disrupted.

При эксплуатации автомобилей нередко возникают дефекты тормозных дисков по причине неверного подбора и применения некачественных запасных частей, а также нарушению правил эксплуатации [1,2]. Рассмотрим ниже возможные варианты возникновения дефектов возникающие при нарушении их эксплуатации.

1. На тормозной поверхности появляются пятна от бело-желтого до серо-синего (так называемые цвета побежалости) (рис. 1).

Данные пятна, от бело-желтого до серого-синего как правило возникает из-за долговременного торможения, особенно во время периода обкатки. Они указывают на сильную перегрузку тормозов из-за силы и ударного торможения во время обкатки [3]. Другой причиной появления пятен на тормозном диске может быть использование неподходящих колодок (несоответствие жесткости материала колодки и состава) или колодок низкого качества [2].

Даже после небольшого пробега (1500-5000 км) наблюдается пульсация педали тормоза и дрожание рулевого колеса. Из-за тепловой перегрузки тормозного диска происходят структурные изменения самого материала диска. В

результате структурные изменения ухудшают механические параметры литого материала, что приводит к снижению тормозного эффекта.

2. На тормозных поверхностях появляются сине-черные точки (так называемые горячие точки) (рис. 2).

Подобное явление (возникновение сине-черных точек на рабочей поверхности) возникает при перегрузке, особенно во время периода обкатки. Они также указывают на то, что тормоз был перегружен во время периода обкатки из-за силового и ударного торможения. Другой причиной появления пятен на тормозном диске может быть использование неподходящих колодок (несоответствие жесткости материала колодки и состава) [1] или колодок низкого качества, не подходящих для постоянных высоких нагрузок.

Во время езды возникают следующие эффекты: пульсирующая педаль тормоза, стук в рулевом колесе, снижение тормозного эффекта. Тормозной диск частично светится из-за тепловой перегрузки. В результате структурные изменения ухудшают механические параметры литого материала. Тормозной диск может лопнуть, если нагрузка будет продолжаться.



Рис. 1. Наличие пятен от бело-желтого до серого-синего



Рис. 2. На тормозных поверхностях появляются сине-черные точки

3. Наличие на тормозном диске микротрещин (рис. 3).

Дисковые тормоза подвергаются большим тепловым нагрузкам при нормальном торможении и очень высоким тепловым нагрузкам при резком торможении. Даже в серийных автомобилях температура тормозных дисков достигает 800°C . Последствиями высокотемпературных нагрузок являются: поверхностные трещины, возникающие из-за термических напряжений; и/или пластическая деформация в тормозном диске [4]. При отсутствии теплового удара обнаружено, что относительно небольшое количество циклов высокого торможения приводит к образованию макроскопических трещин, проходящих по толщине тормозного диска и по его радиусу [5].

Во время езды возникают следующие эффекты: пульсирующая педаль тормоза, стук в рулевом колесе, снижение тормозного эффекта. Тормозной диск частично светится из-за тепловой перегрузки. В результате структурные изменения ухудшают механические параметры литого материала. При остывании тормозных механизмов слышны отчетливые потрескивания. Тормозной диск может лопнуть, если нагрузка будет продолжаться.

4. Износ тормозного диска (рис. 4).

Данное повреждение возникает в результате достижения предела износа, указанного производителем [5].

Во время езды возникают следующие эффекты: при торможении стучит руль. Ухудшается управляемость тормоза («длинная педаль тормоза») и длительный эффект торможения. При продолжительной эксплуатации термические и/или механические перенапряжения и связанные с ними структурные изменения могут привести к отжигу и разрыву тормозного диска [6,7].



Рис. 3. Наличие на тормозном диске микротрещин



Рис. 4. Износ тормозного диска

5. Неравномерный износ тормозного диска по его рабочей поверхности (рис. 5).

Данные повреждения указывают на заклинивание тормозного суппорта с одной стороны и нарушение тормозных свойств [8,9].

Последствия: снижение тормозного эффекта, сильный шум (гудение, рев, хруст), значительно сниженный эффект торможения, стук в рулевом колесе.

6. Ржавление тормозных механизмов (рис. 6).

Данные дефекты возникают если транспортное средство не использовалось в течение длительного периода времени [10]. Автомобиль мог быть припаркован в сырую погоду после эксплуатации и долгое время не использовался [4,7].



Рис. 5. Наличие на тормозном диске микротрещин



Рис. 6. Ржавление тормозного диска

Вырваны фрагменты диска и материала колодок. При торможении возникают следующие эффекты: пульсация педали тормоза, трение тормоза, удары по рулевому колесу, шум (гудение, рев, скрежет), снижение тормозного эффекта.

При повторном использовании тормозов фрикционное кольцо и накладки серьезно повреждаются из-за разрыхления твердых частиц окалины.

7. Наличие сильной коррозии в местах соприкосновения колодки и диска.

Данный дефект возникает при резком охлаждении нагретого тормозного диска и дальнейшей закалкой [8]. Примером может служить последствия езды по лужам с раскаленными тормозными дисками.

Резкое изменение температуры приводит к структурным изменениям, ухудшающим механические свойства литого материала. Образуется толстый слой коррозии, который отслаивается после нескольких циклов торможения. Постепенное уменьшение толщины стенок приводит к утоньшению тормозного диска [4,9]. Возникающая в результате механическая и термическая перегрузка вызывает пульсацию педали тормоза, дрожание тормоза и дрожание рулевого колеса.

8. Наличие сильной коррозии на поверхностях вентиляционных каналов.

Данный дефект возникает при резком охлаждении нагретого тормозного диска, нахождении в местах повышенной влажности, а так же при длительном использовании.

Резкое изменение температуры приводит к структурным изменениям, ухудшающим механические свойства литого материала. Образуется толстый слой коррозии, который отслаивается после нескольких циклов торможения. Наличие толстых слоев ржавчины приводит к ухудшению охлаждения тормозных дисков, что в последствии в результате длительных и резких торможениях может привести к перегреву дисков и колодок [10,11,13]. Возникающая в результате механическая и термическая перегрузка вызывает пульсацию педали тормоза, дрожание тормоза и дрожание рулевого колеса [12,14].



Рис. 7. Наличие сильной коррозии в местах соприкосновения колодки и диска



Рис. 8. Наличие сильной коррозии на поверхностях вентиляционных каналов

Выводы. В данной работе были рассмотрены повреждения, дефекты и неисправности тормозных дисков, вызванные неправильной эксплуатацией и

некачественной сборкой элементов. Чтобы их избежать, необходимо соблюдать температурный режим работы тормозов, следить за их состоянием и использовать транспортное средство в коротких промежутках времени.

Список литературы

1. Федотов Е.С., Литвинов А.Е., Стародуб М.В. Причины возникновения повреждений тормозных дисков (часть 1) // Мехатроника, автоматика и робототехника. 2020. № 6. С. 56-61.
2. Федотов Е.С., Литвинов А.Е., Стародуб М.В. Причины возникновения повреждений тормозных колодок дисково-колодочных тормозных механизмов // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. 2020. № 9. С. 18-23.
3. Поляков П.А., Полякова Е.А., Голиков А.А., Тагиев Р.С., Задаянчук Н.А. Разработка критериев для оценки теплового равновесного состояния фрикционных узлов тормозных устройств // Фундаментальные основы механики. 2020. № 5. С. 51-55.
4. Федотов Е.С., Поляков П.А., Тагиев Р.С., Харьков С.В., Кузнецов К.Г. Проблемы современных дисковых тормозов автомобилей и пути их решения // Механика, оборудование, материалы и технологии. Электронный сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции. Краснодар: Изд-во ООО «Принт Терра» 2019. С. 779-783.
5. Поляков П.А., Федотов Е.С., Полякова Е.А., Тагиев Р.С., Москаленко М.Б. Оценка эффективности системы охлаждения вентилируемых дисковых тормозных механизмов // Фундаментальные основы механики. 2020. № 5. С. 40-45.
6. Поляков П.А., Голиков А.А., Тагиев Р.С., Полякова Е.А., Задаянчук Н.А. Исследование интенсивности изнашивания тормозных механизмов, оборудованных системой принудительного охлаждения // Автоматизированное проектирование в машиностроении. 2020. № 9. С. 12-16.
7. Поляков П.А., Федотов Е.С., Полякова Е.А., Голиков А.А., Виниченко В.О. Математическое моделирование удельного давления тормозного механизма // Мехатроника, автоматика и робототехника. 2020. № 5. С. 20-25.
8. Поляков П.А., Федотов Е.С., Полякова Е.А. Метод проектирования современных тормозных механизмов с сервоусилением // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2017. Т. 21. № 7 (126). С. 39-50.
9. Поляков П.А., Голиков А.А., Тагиев Р.С., Полякова Е.А., Задаянчук Н.А. Исследование интенсивности изнашивания тормозных механизмов, оборудованных системой принудительного охлаждения // Автоматизированное проектирование в машиностроении. 2020. № 9. С. 12-16.
10. Вольченко Н.А., Поляков П.А., Полякова Е.А., Федотов Е.С. Исследование конструкции системы охлаждения фрикционных узлов тормозных механизмов // Механика, оборудование, материалы и технологии. Сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию ФГБОУ ВО "Кубанский государственный технологический университет". Краснодар: Изд-во ООО «Принт Терра» 2018. С. 147-160.
11. Литвинов А.Е., Поляков П.А., Тагиев Р.С., Задаянчук Н. А., Голиков А.А., Москаленко М.Б. Разработка модели распределения давления в вентиляционных каналах тормозного диска при принудительном охлаждении // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. 2021. Т. 24. № 1. С. 19-30.
12. Поляков П.А., Полякова Е.А. Повышение тормозных свойств спортивных автомобилей // Перспективные направления развития автотранспортного комплекса. Сборник статей IX Международной научно-производственной конференции. Под общей редакцией В.В. Салмина. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет. 2016. С. 41-44.
13. Polyakov P.A., Litvinov A.E., Polyakova E.A., Fedotov E.S., Tagiev R.S. Design of surface profile of pairs of friction unit // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. P. 012001.

14. Поляков П.А. Повышение эффективности тяжело нагруженных фрикционных узлов тормозных устройств: дисс. ... канд. техн. наук: 05.02.02 / Донской государственный технический университет. Краснодар, 2013.

Сведения об авторах:

Федотов Евгений Сергеевич – старший преподаватель кафедры автосервиса и материаловедения, КубГТУ, Краснодар;

Стародуб Марина Владимировна – ассистент кафедры технологии нефти и газа, КубГТУ, Краснодар;

Кузнецов Владислав Александрович – студент кафедры автосервиса и материаловедения, КубГТУ, Краснодар.