

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ ТОРМОЗНЫХ МЕХАНИЗМОВ, ОБОРУДОВАННЫХ СИСТЕМОЙ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Поляков П.А.¹, Голиков А.А.¹, Тагиев, Р.С.¹, Полякова Е.А.¹, Задаянчук Н.А.²

¹*Кубанский государственный технологический университет;*

²*Кубанский государственный университет, Краснодар*

Ключевые слова: тормозная колодка, барабанно-колодочный тормоз, система охлаждения, засверловка, интенсивность изнашивания, принудительное охлаждение.

Аннотация. В исследованиях приводится описание методики исследования интенсивности изнашивания тормозных устройств, оснащенных системой принудительного охлаждения. Применения в тормозных колодках охлаждающих узлов позволило уменьшить износ рабочих поверхностей фрикционных накладок на 44-47% по сравнению с износом накладок серийных колодок.

INVESTIGATION OF THE WEAR RATE OF BRAKE MECHANISMS EQUIPPED WITH A FORCED COOLING SYSTEM

Polyakov P.A.¹, Golikov A.A.¹, Tagiev, R.S.¹, Polyakova E.A.¹, Zadayanchuk N.A.²

¹*Kuban State Technological University;*

²*Kuban State University, Krasnodar*

Keywords: brake shoe, drum-shoe brake, cooling system, pre-drilling, wear rate, forced cooling.

Abstract. The research describes a methodology for studying the wear rate of braking devices equipped with a forced cooling system. The use of cooling units in brake pads made it possible to reduce the wear of the working surfaces of the friction linings by 44-47% in comparison with the wear of the linings of serial pads.

Введение

Современные методы и способы снижения тепловой нагруженности, которые внедряются во фрикционный узел. Происходит это на различных этапах: в процессе проектирования [1-6] и в процессе эксплуатации [7-10]. Рассмотрим способ принудительного охлаждения барабанно-колодочного тормозного механизма влияет на интенсивность изнашивания.

Для определения интенсивности изнашивания рабочих поверхностей накладок серийных и тормозных колодок с встроенной системой охлаждения (рис. 1) при проведении испытаний, был выбран метод засверловки с применением метрического глубиномера для измерения глубины отверстий во фрикционных накладках по их периметру.



Рис. 1. Тормозная колодка, с встроенной системой охлаждения

Система охлаждения обеспечивает связь между рабочими поверхностями фрикционной накладки тормозной колодки и полости, расположенной между ее

ребер и заполненную на 2/3 хладагентом. Связь обеспечивалась с помощью трубок сделанных в виде конфузоров и диффузоров.

На рисунке 2 *а, б* приведены геометрические параметры засверловки отверстий во фрикционных накладках по их длине (по ширине накладки отверстия размещались на расстоянии 80,0 мм от ее внешней кромки) тормозной колодки (серийной и усовершенствованной) (*а*) и их положение в самоприжимной (*I*) и самоотжимной (*II*) тормозных колодках (*б*).

Условиями проведения испытаний серийных и усовершенствованных колодок заднего тормозного механизма автотранспортного средства МАЗ 551605-371 являются:

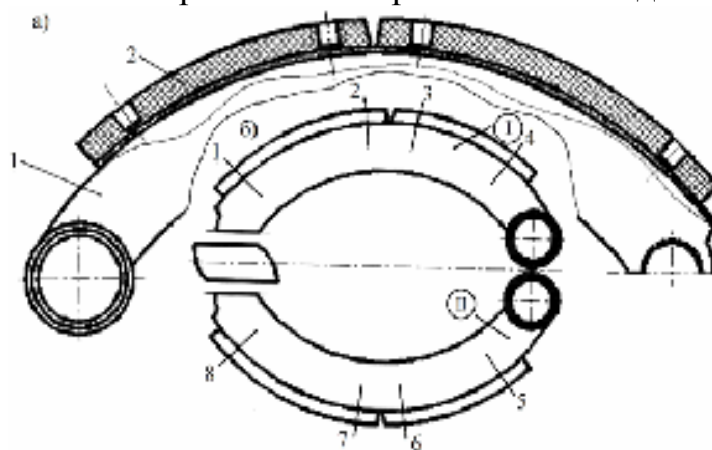
- после установки колодок с новыми фрикционными накладками в тормозной механизм автомобиля производится приработка их рабочих поверхностей в течении пробега 500,0 км;

- после завершения процесса приработки накладок производится снятие тормозного барабана и выполняются измерения износа накладок у восьми местах согласно рисунку 2 *б*;

- тормозной механизм собирают и производят основной этап испытаний тормозных колодок при пробеге автотранспортного средства составляющим 1000,0 км;

- после завершения основного этапа испытаний тормозных колодок производится снятие тормозного барабана, и выполняются измерения износа накладок у восьми местах согласно рисунку 2 *б* с учетом износа накладок на этапе их приработки;

- проверка работоспособности узлов охлаждения в усовершенствованных тормозных колодках, как на этапе приработки, так и на основном этапе оценки интенсивности изнашивания рабочих поверхностей накладок.



а) 1 – тормозная колодка; 2 – фрикционная накладка;

б) 1-8 – места засверловки отверстий во фрикционных накладках колодок

Рис. 2. Геометрические параметры засверловки отверстий во фрикционных накладках тормозной колодки (*а*) и их положение в самоприжимной (*I*) и самоотжимной (*II*) тормозных колодках (*б*)

На основании методики проведения эксперимента представляется возможным перейти к результатам экспериментальных исследований динамической и тепловой нагруженности пар трения тормозов барабанно-колодочного типа.

Одним из основных эксплуатационных показателей пар трения барабанно-колодочного тормоза автотранспортного средства является интенсивность изнашивания их фрикционных накладок. Последний оценивался при недостижении материалами фрикционной накладки поверхностной температуры выше допустимой как для серийных так и для тормозных колодок, оснащенных системой охлаждения.

На рисунках 3 а, б, в, г проиллюстрированы закономерности изменения износа рабочих поверхностей фрикционных накладок в местах их засверловки самоприжимной (а, в) и самоотжимной (б, г) колодок заднего тормозного механизма при скорости скольжения пар трения и удельных нагрузках (0,2-0,68) МПа при общем пробеге ($L=1000,0$ км) автотранспортного средства МА3 551605-371 в случае вынужденного (а, в) и принудительного (б, г) охлаждения его фрикционных узлов.

Геометрические параметры изношенных фрикционных накладок тормозных колодок измерялись одновременно с ободами барабанов. В результате обработки данных измерений были установлены такие закономерности изменения рабочей поверхности накладок после ее износа.

Наибольшая неравномерность изнашивания фрикционных накладок наблюдается по их ширине в зоне оси симметрии колодки и кромок накладок.

В зоне оси симметрии серийных колодок разница толщин накладок составила в среднем на самоприжимной колодке 0,3 мм, а на самоотжимной колодке она достигала 0,24 мм (рис. 3а,б). Износ внутренней от свободного края обода барабана кромки накладок по отношению к толщине (после этапа приработки) составлял в среднем на самоприжимной колодке 0,12 мм, а на самоотжимной колодке он достигал 0,09 мм.

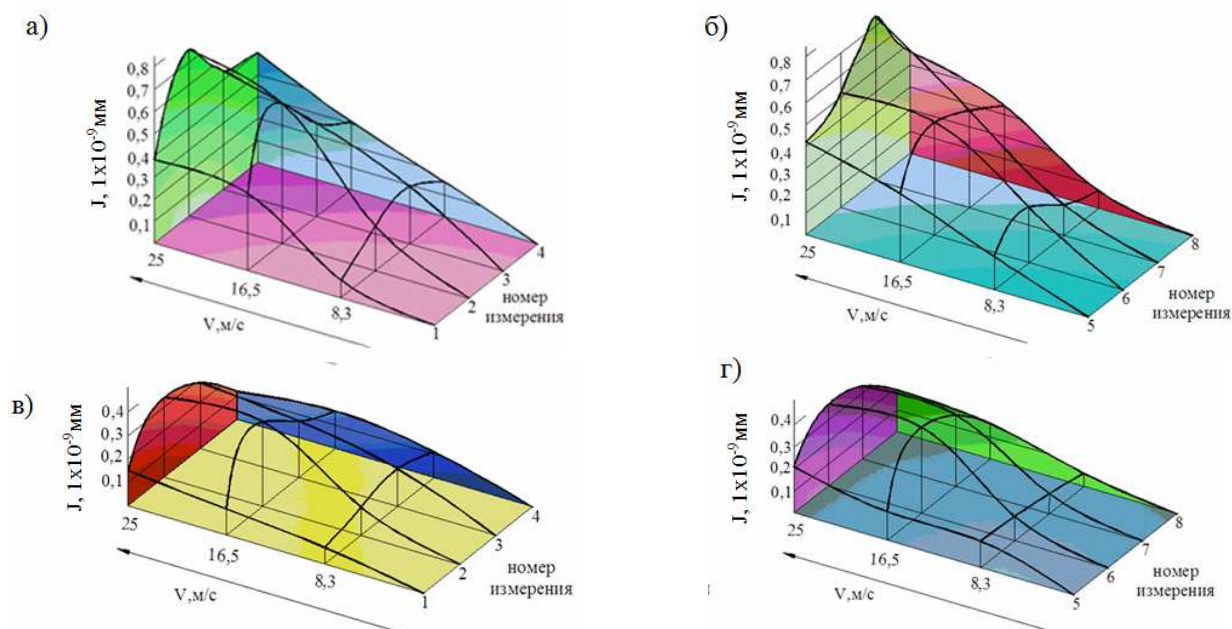


Рис. 3. Закономерности изменения износа рабочих поверхностей фрикционных накладок в местах их засверловки самоприжимной (а, в) и самоотжимной (б, г) колодок заднего тормозного механизма при скорости скольжения пар трения и удельных нагрузках (0,2-0,68) МПа при общем пробеге ($L=1000,0$ км) автотранспортного средства МА3 551605-371 в случае вынужденного (а, б) и принудительного (в, г) охлаждения его фрикционных узлов

Следовательно, фрикционные накладки используются нерационально, так как их выбраковка ведется по износу внутренней кромки. Последняя изнашивается интенсивнее, нежели внешняя кромка. Поэтому поверхность фрикционных накладок около внешней кромки является вполне работоспособной о чем свидетельствуют рисунки 3 а, б. Из последних также следует, что максимальный износ фрикционных накладок самоприжимной и самоотжимной тормозных колодок имел место в их средней части (измерения накладок 2, 3 и 6, 7 – рис. 3б) и составил 0,62 мм, средний износ накладок у носочной части тормозных колодок (измерения накладок 1 и 8) и составил 0,28 мм, а минимальный износ накладок у пяточной части тормозных колодок (измерения накладок 4 и 5) составил всего 0,31 мм.

При этом износ накладок по ширине распределяется следующим образом: примерно линейный от внутренней кромки на $\frac{3}{4}$ ширины, затем износ несколько возрастает к внешней кромки накладок.

Перейдем к анализу результатов интенсивности изнашивания фрикционных накладок в тормозных колодках, оборудованных системой охлаждения (рис. 3в,г).

В зоне оси симметрии колодок разница толщин накладок составила в среднем на самоприжимной колодке 0,26 мм, а на самоотжимной колодке она достигла 0,2 мм (см. рис. 3в,г). Износ внутренней от свободного края обода барабана кромки накладок по отношению к толщине (после этапа приработки) составлял в среднем на самоприжимной колодке 0,1 мм, а на самоотжимной колодке он достигал 0,06 мм.

Таким образом, сравнение результатов разности толщин накладок серийных и тормозных колодок, оборудованных системой охлаждения, показало, что их отклонение на самоприжимной и самоотжимной колодках, соответственно, составило 13...16%. Из рисунке 3 в, г следует, что максимальный износ фрикционных накладок самоприжимной и самоотжимной тормозных колодок, оборудованных системой охлаждения, имел место в их средней части (измерения накладок 2, 3 и 6, 7 – рисунок 3 б) и составил 0,26 мм, который является меньшим на 58 % по сравнению с накладками серийных тормозных колодок. В то же время средний износ накладок был у носочной части тормозных колодок, оборудованных системой охлаждения, (измерения накладок 1 и 8) и составил 0,12 мм (отклонение в сторону уменьшения составило 57 %). Что касалось минимального износа накладок у пяточной части серийной и тормозных колодок, оборудованных системой охлаждения, (измерения накладок 4 и 5) то их отклонение составило всего 54 %.

Выводы. Таким образом, применения в тормозных колодках охлаждающих узлов позволило уменьшить износ рабочих поверхностей фрикционных накладок на 44-47% по сравнению с износом накладок серийных колодок. Объясняется это тем, что охлаждающие узлы тормозных колодок, оборудованных системой охлаждения, обеспечивают энергонагруженность пар трения барабанно-колодочных тормозов автотранспортных средств намного ниже уровня допустимой температуры для материалов фрикционной накладки.

Список литературы

1. Поляков П.А. Разработка тепловой модели тормозного диска фрикционного узла / П.А. Поляков, Р.С. Тагиев, Е.С. Федотов, Е.А. Полякова, М.Б. Москаленко // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2020. Т. 24. №1 (150). С. 64-76.
2. Поляков П.А. Управление ресурсом дисково-колодочного тормоза / П.А. Поляков, Е.А. Полякова, Р.С. Тагиев, А.А. Голиков, М.Б. Москаленко // Мехатроника, автоматика и робототехника. 2020. №5. С.79-86.
3. Поляков П.А. Разработка модели вентиляционного аппарата дисково-колодочных тормозов автомобилей / П.А. Поляков, Н.А. Вольченко, Е.С. Федотов, Р.С. Тагиев, В.А. Денисенко // Сборник научных статей по материалам международной научно-практической конференции «Механика, оборудование, материалы и технологии». 2019. С. 252-261.
4. Поляков П.А. Оценка эффективности системы охлаждения вентилируемых дисковых тормозных механизмов / П.А. Поляков, Федотов Е.С., Е.А. Полякова, Р.С. Тагиев, М.Б. Москаленко // Фундаментальные основы механики. 2020. №5. С. 40-45.
5. Литвинов А.Е. Определение объема воздуха, омывающего пары трения барабанно-колодочного тормозного механизма при их вынужденном охлаждении / А.Е. Литвинов, П.А. Поляков, Е.С. Федотов, Е.А. Полякова, Р.С. Тагиев, А.А. Голиков // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2020. Т. 24. №4 (153). С.740-755.
6. Поляков П.А. Метод проектирования современных тормозных механизмов с сервоусилением / П.А. Поляков, Федотов Е.С., Е.А. Полякова // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2017. Т. 21. № 7 (126). С. 39-50.
7. Литвинов А.Е. Управление энергонагруженностью барабанно-колодочного тормоза / А.Е. Литвинов, П.А. Поляков, Е.А. Полякова // Мехатроника, автоматика и робототехника. 2020. №5. С.74-78.
8. Литвинов А.Е. Снижение тепловой нагруженности тормоза барабанно-колодочного типа / А.Е. Литвинов, П.А. Поляков, Е.А. Полякова, Р.С. Тагиев, А.А. Голиков, Н.А. Задаянчук, К.Г. Кузнецов // Фундаментальные основы механики. 2020. №5. С. 46-50.
9. Патент №2538503 РФ. Система и способ принудительного охлаждения пар трения барабанно-колодочного тормоза автотранспортного средства / Вольченко А.И., Вольченко Н.А., Вольченко Д.А., Крыштопа С.И., Журавлев Д.Ю., Поляков П.А. – Оpubл. 10.01.2015, Бюл. №1.
10. Патент №2460913 РФ. Барабанно-колодочный тормоз / Вольченко А.И., Павлиский В.М., Вольченко Н.А., Вольченко Д.А., Сторож Я.Б., Поляков П.А. – Оpubл. 10.09.2012, Бюл. №25.

Сведения об авторах:

Поляков Павел Александрович – к.т.н., доцент кафедры автосервиса и материаловедения, КубГТУ, Краснодар;

Голиков Алексей Александрович – ассистент кафедры систем управления и технологических комплексов, КубГТУ, Краснодар;

Тагиев Руслан Суфудинович – старший преподаватель кафедры автосервиса и материаловедения, КубГТУ, Краснодар;

Полякова Елена Александровна – преподаватель кафедры информационных образовательных технологий, КубГУ, Краснодар;

Задаянчук Нина Александровна – преподаватель кафедры информационных образовательных технологий, КубГУ, Краснодар.