

tariat ESA-ESTEC Requirements & Standards Division Noordwijk, The Netherlands - 14.01.2011.

3. ECSS-Q-HB-30-08A:2011 Space product assurance. Components reliability data sources and their use - ECSS Secretariat ESA-ESTEC Requirements & Standards Division Noordwijk, The Netherlands - 14.01.2011.

УДК 621.81

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ДИНАМИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ДЛЯ ДИСКОВ ТРЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Антонюк В.Е.¹, Басинюк В.Л.¹, Ярошевич Е.²

- 1) Объединенный институт машиностроения Национальной академии наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь
- 2) Белостокская политехника, Белосток, Польша

Введение. В современных энергонасыщенных гусеничных и колесных машинах в составе тормозных систем широко используются многодисковые маслоохлаждаемые тормоза (ММОТ) с фрикционными дисками, наружный диаметр которых в ряде случаев достигает до 950 мм.

При работе в режиме длительного торможения, например при движении по пересеченной местности, в карьерах и т.п., фрикционные диски ММОТ в ряде случаев работают в режиме длительного торможения. Вследствие этого происходит выделение большого количества тепла и изменение тепловой нагруженности всего узла ММОТ.

Для увеличения эффективности торможения ММОТ фрикционные диски имеют большую, по сравнению с обычными фрикционными дисками, относительную ширину и диаметры. При этом в конструкциях ММОТ одновременно применяется до 20...25 фрикционных дисков и для высокой эффективности их функционирования необходимо обеспечение при изготовлении и сохранение в условиях эксплуатации высокой точности рабочих поверхностей. Потеря точности этих поверхностей приводит к неполному выключению узла ММОТ, возникновению дополнительного тормозного момента и увеличению расхода топлива при работе мобильного средства, что оказывает соответствующее влияние на его работоспособность и надежность.

Область применения фрикционных дисков - механические и гидромеханические передачи, бортовые фрикционы, тормозные устройства современных гусеничных и колесных машин специального и хозяйственного исполнения. На рисунке 1 представлена схема использования фрикционных дисков в многодисковых маслоохлаждаемых тормозах карьерных самосвалов.

Анализ состояния вопроса.

Фрикционные узлы и фрикционные диски можно отнести к одним из наиболее слабых элементов гусеничных и колесных машин. По результатам опыта эксплуатации гусеничных машин 63% фрикционных дисков выходит из строя из-за коробления и 17% из-за износа. Анализ процессов изготовления фрикционных дисков показал, что практически все изготовители фрикционных дисков не обеспечивали и не обеспечивают заданные требования по отклонению от плоскостности рабочих поверхностей дисков.

Так, например, в 1990 году на Уралвагонзаводе до 77% дисков не укладывались в требуемый допуск 0,15 мм, через сутки свободного вылеживания диска происходила его дополнительная деформация. В результате этого до 89% дисков не укладывались в требуемый допуск. Проведенный в 2004 году анализ технологии изготовления дисков на Белорусском автомобильном заводе показал, что до введения технологии динамической стабилизации до 90 % дисков диаметра 588 мм не укладывались в требуемый допуск 0,3 мм.

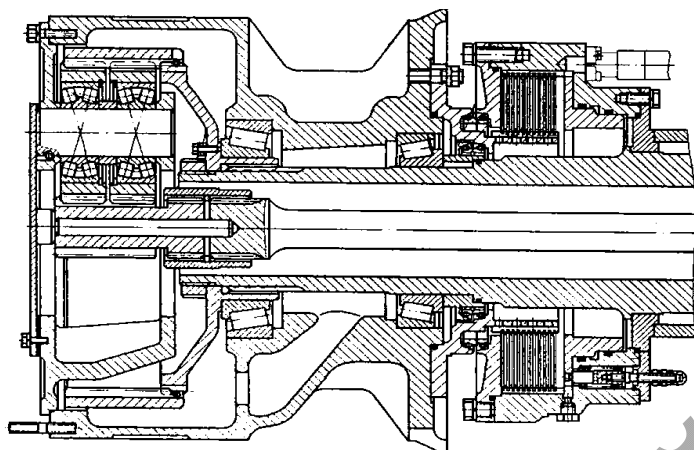


Рис. 1 - Схема использования фрикционных дисков в ММОТ карьерных самосвалов

Однако эти исследования не объясняют причин коробления дисков, хотя именно коробление дисков в процессе эксплуатации является основной причиной их выхода из строя.

Анализ характера коробления дисков в процессе эксплуатации показал, что диски приобретают характерную форму коробления в виде «тарельчатости». Процесс коробления дисков в процессе эксплуатации в основном связан с низкой точностью их рабочих

поверхностей, обуславливающей повышенную тепловую нагруженность, и остаточными напряжениями, в результате которых в процессе эксплуатации возникает коробление в виде «тарельчатости» диска.

Это приводит к уменьшению площади контакта, повышению температуры узла и к дальнейшему увеличению «тарельчатости» дисков, постепенно занимающей свободное пространство гарантированного зазора, необходимого для выключения фрикционного узла. В результате этого возникает постоянное подтормаживание дисков, что приводит к нечеткому включению и выключению фрикциона, повышенному температурному режиму и критическому сокращению срока службы всего фрикционного узла.

Основные направления исследований и разработок. Для решения проблемы повышения точности изготовления дисков и снятия технологических остаточных напряжений была исследована и предложена технология динамической стабилизации [1].

Метод динамической стабилизации основан на том, что при нагружении детали знакопеременной циклической нагрузкой происходит стабилизация геометрической формы детали относительно оси или плоскости приложения знакопеременной нагрузки и одновременно снятие остаточных напряжений.

Для реализации процесса динамической стабилизации при изготовлении фрикционных и тормозных дисков диаметром до 950 мм создана установка с ЧПУ, в которой используется автоматизированная управляющая система, по-

звляющая сформировать различные циклограммы нагружения, и электромеханический привод, что обеспечивает возможность с высокой точностью и гибкостью реализовать расчетные циклограммы нагружения для каждой конкретной детали.

Динамическая стабилизация происходит в узком диапазоне высоких напряжений на уровне предела текучести. В связи с этим возникает необходимость производственной оценки уровня остаточных напряжений после операции динамической стабилизации. Большинство известных методов оценки уровня остаточных напряжений (рентгеновский, ультразвуковой, тензометрический) непригодны для производственного контроля, в связи с чем для эффективного использования технологии с динамической стабилизацией требуется разработка и применение операции производственного контроля остаточных напряжений.

Для реализации этих требований проведены исследования по использованию в качестве производственного контроля остаточных напряжений метода, основанного на использовании свойств магнитной проницаемости с измерением градиента поля от остаточной намагниченности [2-4].

На рисунке 2 представлен график распределения градиента поля от остаточной намагниченности по окружности фрикционного диска. Рассеивание показаний составляет от 285 до 315 А/м², что позволяет сделать вывод о целесообразности использования измерения градиента поля от остаточной намагниченности в качестве неразрушающего производственного контроля при изготовлении фрикционных дисков.

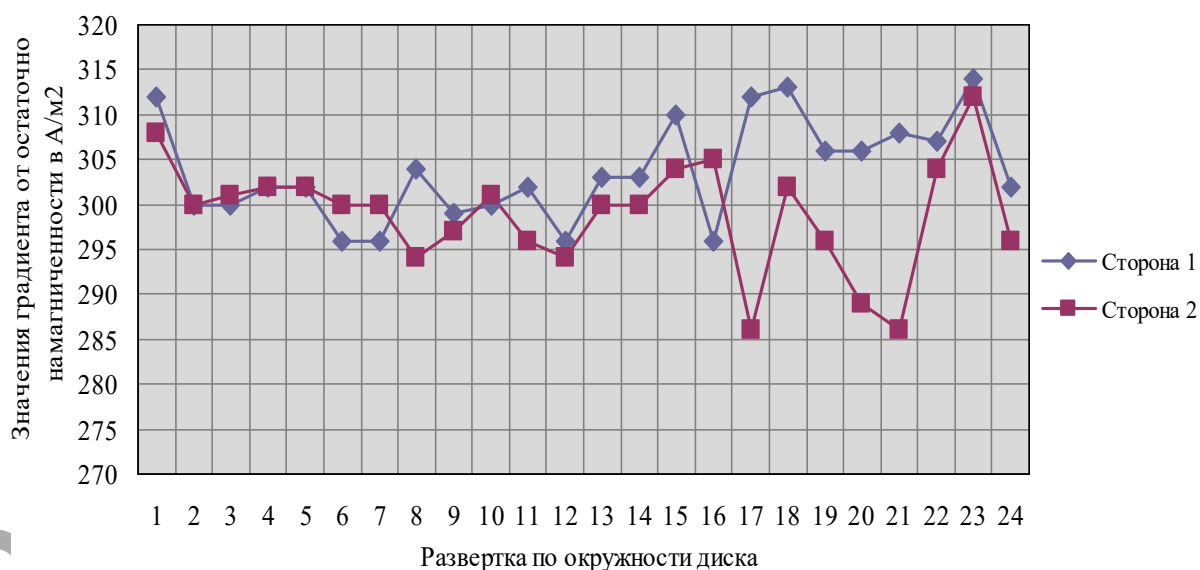


Рис. 2 – Распределение градиента поля от остаточной намагниченности по окружности фрикционного диска

Заключение. Технология изготовления фрикционных дисков с использованием динамической стабилизации позволяет добиться повышенной точности по отклонению от плоскостности рабочих поверхностей дисков, которую невозможно обеспечить другими методами, а также обеспечить минимальные остаточные деформации, что снижает возможности возникновения коробления фрикционных дисков в процессе эксплуатации.

Наиболее рационально использование динамической стабилизации в сочетании с применением метода контроля остаточных напряжений, основанного на использовании свойств магнитной проницаемости с измерением градиента поля от остаточной намагниченности.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Антонюк В.Е. Динамическая стабилизация геометрических параметров деталей знакопеременным нагружением. – Мн.: УП «Технопринт». –2004. – 184 с.
2. Сандомирский С.Г. Применение полюсного намагничивания в магнитном структурном анализе (обзор) // Дефектоскопия. – 2006. № 9. – С.36 - 64.
3. Антонюк В.Е., Сандомирский С.Г., Сидоренко А.Г., Соломина. А.В. Анализ влияния технологии изготовления фрикционных дисков на однородность их магнитных свойств// материалы международной научно-технической конференции «Инновации в машиностроении-2015» 1-2 октября 2015, Минск. – С. 363-364.
4. Антонюк В.Е., Сандомирский С.Г., Jaroszewicz J./ Исследование возможностей оценки остаточных напряжений по градиенту поля остаточной намагниченности// труды XI международной научно-технической конференции «Энергия в науке и технике» Белосток-Клеосин, 20-21 июня 2013.

УДК 621.833.24

ВИБРОАКУСТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ЗУБЧАТЫХ ПАР ПЛАНЕТАРНЫХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ

*Ишин Н.Н.¹, Гоман А.М.¹, Скороходов А.С.¹, Натурьева М.К.¹,
Драган А.В.²*

1 – Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси
Минск, Республика Беларусь

2 – Брестский государственный технический университет
Брест, Республика Беларусь

Аннотация. Производство коробок передач, а также бортовых и колесных редукторов, содержащих планетарные ряды, имеет в настоящее время большое значение в свете быстрого развития производства гибридных и электрических транспортных средств, ветрогенераторов и т.д. Однако вопросы производственного и послеремонтного контроля, а также диагностики планетарных механизмов, сегодня еще недостаточно проработаны. В докладе приведен пример использования для диагностики планетарной коробки передач метода синхронного усреднения виброакустического сигнала, позволяющего оценивать состояние ее отдельных элементов.

Состояние вопроса. В процессе производства и эксплуатации коробок передач и редукторов в них могут появляться и накапливаться неисправности, приводящие к несоответствию техническим требованиям. Перед использованием таких редукторов по назначению необходимо знать о наличии неисправностей, которые могут являться причиной нарушения нормальной работы приводного механизма.

Анализ публикаций, посвященных оценке технического состояния приводных механизмов на основе зубчатых передач, показывает, что среди современ-