

of third-party developers. If the team of certifiers is entirely comprised of third-party developers, it brings more egalitarianism to the platform ecosystem but reduces the platform owners' control over the platform.

The fourth design principle, *Principle of component granularity*, advocates providing the right level of component granularity in a component repository as it has a high impact on a component's discoverability and usability. NPM packages have an arbitrary level of component granularity, i. e., some packages might contain only one reusable component, while some packages act as component libraries and contain multiple components. This has a negative effect on the component discovery, as NPM registry does not search for components within packages. SCP addresses this challenge by indexing reusable components inside the packages and thus, improves their discoverability.

The fifth design principle, *Principle of orthogonality*, guides the researchers and developers in their work on architecting and implementing a component repository. A component repository is part of the component-management process and must provide support for other processes such as component publishing, component acquisition, and certification. Adopting a modular approach with the aim of building an orthogonal system, i. e., highly cohesive and loosely coupled, can reduce the complexity of the system and increase its maintainability. A high degree of orthogonality has a significant impact on the system's evolution, as each of the modules can evolve in a decentralized way (i. e., the modules can be modified, updated, and removed independently from each other).

References

1. About DHIS2. – 2021. – Access mode: <https://dhis2.org/About/>. – Accessed: 14.02.2021.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФРИКЦИОННОГО УЗЛА

С. Г. Инагамов

*Учреждение образования «Белорусский государственный
университет транспорта», г. Гомель*

Научный руководитель Э. И. Галай

Мощность и эффективность тормозов определяются по трем основным показателям: скорость поезда, его вес и длина тормозного пути. Эти факторы являются доминирующими при выборе тормозных систем [1]. В настоящее время на большинстве вагонов применяются композиционные колодки из материала ТИИР-300, ТИИР-303, ТИИР-308, обладающие высокой износостойкостью – они в 3–3,5 раза долговечнее стандартных чугунных [2]. Чугунные колодки быстро изнашиваются, что требует большого объема работ по замене и регулировке рычажных передач [4], [5]. Коэффициент теплопроводности композиционного материала составляет от 0,7–0,93 до 1–4 Вт/(м·К). Для сравнения, если твердость тормозной колодки составляет 2400 МПа, то коэффициент теплопроводности чугуна типа *P* составляет 45 Вт/(м·К) [3], [6]. Поэтому чугунный материал применяется чаще, чем композиционный материал. Коэффициент трения композиционных колодок меньше зависит от скорости. В грузовых вагонах железных дорог СНГ, а также в США применяется одностороннее нажатие тормозных колодок. В Западной Европе на грузовых и пассажирских вагонах используются тормоза с двухсторонним нажатием тормозных колодок на колесо. Колодочный тормоз с односторонним нажатием на колеса обеспечивает меньшую тормозную эффективность по сравнению с двухсторонним нажатием колодок на колесо. К недостаткам одностороннего

нажатия можно отнести повышение удельного давления колодки на колесо и, как следствие, меньший коэффициент трения. В связи с этим прогнозирование и повышение ресурса тормозных колодок подвижного состава позволит увеличить их износостойкость, сократить количество плановых ремонтов, время межремонтного обслуживания.

Цель работы – повышение эксплуатационного ресурса тормозных колодок для фрикционных узлов подвижного состава путем разработки 3D-моделей рабочих элементов и применение разработанных эффективных методик расчета и прогнозирования их конструктивных, технологических и эксплуатационных параметров с использованием методологических подходов компьютерного моделирования на основе комплекса Solidworks.

Очень сложно оценить влияние большинства факторов, имеющих случайный характер, на величину коэффициента трения. Несмотря на то что в некоторых случаях композиционный материал имеет преимущества над чугуном, оптимальная конструкция фрикционного узла должна выбираться на основании эффективности торможения и технико-экономического расчета, учитывающего стоимость тормозных колодок и трудоемкость их смены по мере износа.

Чугунные колодки. *Достоинства:* хороший теплоотвод (до 25 % тепловой энергии), отсутствует влияние влаги на коэффициент трения.

Недостатки: применяются на скорости до 120 км/ч – нестабильность коэффициента трения при повышении скорости (поэтому приходится применять регулирование сил нажатия колодок в зависимости от скорости движения), быстрое изнашивание и низкий коэффициент трения (0,08–0,15).

Композиционные колодки. *Достоинства:* применяются на скоростях свыше 120 км/ч, в 3–5 раз более износостойкие, чем чугунные.

Недостатки: термомеханические повреждения колеса из-за низкой теплопроводности.

Эффективность тормозной колодки оценивается ее теплопроводностью и износостойкостью, так как, имея материал с лучшим теплоотводом, можно предположить, что трение и изменение геометрической площади будет иметь наименьшее значение, что, в свою очередь, увеличивает эксплуатационный период и качество колодки. Нужно учесть, что при самых эффективных тормозных колодках в процессе трения температурные показатели контртел будут повышаться, что, в свою очередь, делает неизбежным изменение (химического состава) плотности колеса и колодки. Ввиду тепловых воздействий даже минимальные материалы, выделяющиеся вследствие трения, будут иметь выход в изменение параметров материала колеса и колодки. Материалы износа будут также контактировать с рельсами.

Для решения задач по удалению продуктов износа от композиционных и чугунных колодок, как результат возникших от трения тормозных колодок сопротивлений вращению колес, предлагается новое решение по конструкции колодки фрикционного узла для грузовых вагонов. Колодка содержит стальной каркас и дугообразное тело, состоящее из фрикционных элементов, выполненных из трех блоков, закрепленных на стальном каркасе. Каждый блок состоит из двух секций, которые имеют дугообразную форму по радиусу колеса. Блок закрепляется в металлическом каркасе с отверстиями для крепления тормозных блоков одной чекой. Также этой чекой осуществляется крепление блока к тормозному башмаку.

Оптимизация конструктивной модели тормозной колодки заключается в разработке такой конструкции, которая позволяет улучшить теплоотвод и предотвратить наволакивание стружек металла, появляющихся вследствие износа колодки и колеса

во время торможения за счет выброса стружки через выемки в секциях блока, тем самым очищая колеса и колодки от стружек износа. Также новая модель обладает более высоким теплоотводом за счет имеющихся выемок между секциями. Из-за выемок колодка имеет меньший вес по сравнению с применяемыми в настоящее время на железных дорогах СНГ колодками.

Технический результат достигается за счет того, что колодка состоит из отдельных блоков, не зависящих друг от друга. При необходимости можно заменять отдельно блок в случаях клиновидного износа или износа от провисания, если состояние других блоков позволяет производить замену. Таким образом можно сократить расходы на материал для изготовления и на расходы для изготовления и обслуживания.

Сущность предлагаемой новой модели поясняется чертежами, где на рис. 1, *a* изображена тормозная колодка (общий вид); на рис. 1, *б* – вид со снятым одним блоком тормозной колодки и крепление с тормозным башмаком одной cheek.

Принцип работы фрикционного узла такой, как у всех тормозных колодок, которые прижимаются к колесу, создавая трение между колесом и колодкой. При этом колодка одновременно очищает фрикционный узел и колеса от стружек металла, появляющихся вследствие износа колодки и колеса, тем самым уменьшая тепловую нагрузку и предотвращая образование дефектов колеса, которые появлялись вследствие наволакивания металла и выщербин.

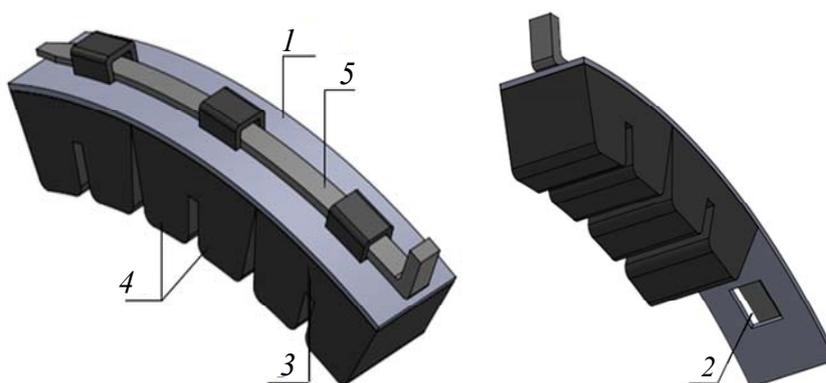


Рис. 1. Модель фрикционного узла тормозной колодки:
1 – металлический каркас с отверстиями 2 для крепления блоков;
3 – фрикционный узел, состоящий из двух секций 4; 5 – каркас с cheek для крепления тормозных блоков

В заключение можно отметить, что разработанная новая конструкция тормозной колодки и ее 3D-модель, учитывающая условия эксплуатации, конструктивные особенности, уровень воздействия динамических контактных нагрузок, позволила проводить расчеты и прогнозировать эксплуатационный ресурс всего фрикционного узла вагона.

Разработанная 3D-модель тормозной колодки на данном этапе представляется более выгодным вариантом, так как не требует больших затрат материальных ресурсов и является наиболее приемлемым решением при исследовании фрикционного узла. Представленная модель позволяет заменять составные элементы колодки, тем самым увеличивая их износостойкость, а также сокращать количество плановых ремонтов и время межремонтного обслуживания.

Литература

1. Галай, Е. Э. Влияние геометрических характеристик элементов на изменения параметров торможения / Е. Э. Галай // Вестн. Белорус. гос. ун-та транспорта: Наука и транспорт. – 2013. – № 12 (27). – С. 9–11.
2. Галай, Э. И. Исследованиями установлены факторы, затрудняющие практическое применение этого технического решения / Э. И. Галай // Вагоны и вагонное хоз-во. – 2017. – № 1. – С. 32–34.
3. Галай, Э. И. Оценка работы тормозного оборудования грузовых вагонов на участке Ангрэн-Пан АО «Узбекские железные работы» / Э. И. Галай, С. Г. Инагамов, А. А. Юлдашов // Механика. Исследования и инновации. – 2021. – Вып. 13. – С. 47–54.
4. Вуколов, Л. А. Сравнительные фрикционные характеристики металлокерамических и полимерных композиционных тормозных колодок / Л. А. Вуколов, В. А. Жаров // Вестн. ВНИИЖТ. – 1999. – № 4. – С. 19–24.
5. Шакина, А. В. Разработка эффективной технологии получения вагонной тормозной колодки из металлокерамического фрикционного материала : дис. ... канд. техн. наук / А. В. Шакина. – Комсомольск-на-Амуре, 2014. – 147 с.
6. Матяш, Ю. И. Применение современных физико-химических подходов к оценке теплопроводности на примере тормозных колодок / Ю. И. Матяш, С. Н. Крохин, Ю. М. Сосновский // Изв. Транссиба. Подвижной состав железных дорог. – 2021. – № 3 (11). – С. 40–46.

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЦ
В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ НА ОСНОВЕ
НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

А. В. Браим

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Д. В. Прокопенко

Системы распознавания лиц только набирают популярность и активно внедряются. Например, в 2020 г. начали тестировать оплату проезда в минском метро с помощью системы распознавания лиц. В сентябре 2020 г. в московском метрополитене заработала система распознавания лиц, которая интегрирована с базами данных МВД, ФСБ, и используется для розыска преступников. Также планировалось в 2021 г. осуществление оплаты проезда в минском и московском метрополитенах.

Существует множество сфер, где можно применить систему распознавания лиц. В первую очередь применение в системе контроля доступа. Организации контролируют внешние факторы, которые сказываются на работе системы распознавания лиц, такие как освещение и фон. В свою очередь сотрудники сами заинтересованы в предоставлении доступа и не будут саботировать процесс распознавания.

Сфера общественной безопасности. Преимущества систем распознавания лиц для правоохранительных органов очевидны: обнаружение и предотвращение преступлений. Помимо этого с помощью данной системы можно выявлять и отслеживать преступников.

Применимость системы распознавания лиц можно найти и в сфере общественного транспорта. Оплачивать проезд можно, не имея при себе наличных денег, достаточно просто посмотреть в камеру, чтобы система идентифицировала человека, а затем списала нужную сумму с карты.

По аналогии с оплатой проезда можно оплачивать и другие услуги или товары. Например, заказывать еду в ресторанах быстрого питания или оплачивать коммунальные услуги в специальных терминалах.