

ния при них, а также анализ работы отделения экстренной консультативной медицинской помощи и медицинской эвакуации Волгоградской области.

Прогресс человечества сопровождается не только увеличением промышленно значимых объектов экономики, ростом числа транспортных средств, но и экологическим загрязнением окружающей среды, изменением климата и возникновением чрезвычайных ситуаций на нашей планете, сопровождающихся большим числом жертв. Поэтому так важна стройная система оказания своевременной медицинской помощи при различных чрезвычайных ситуациях и природного, и техногенного характера [3].

Среди субъектов Российской Федерации уязвимость Волгоградской области к природным источникам чрезвычайных ситуаций оценивается в 1,5–2 раза выше средних показателей по стране. По данным Комитета по управлению государственным имуществом Волгоградской области к прогнозируемым чрезвычайным ситуациям следует отнести: аварии на химически опасных объектах города, на ближайшей атомной электростанции, неблагоприятные метеосостояния, перерывы в подаче электроэнергии, воды, тепла, нарушение работы систем связи, перебои в движении городского транспорта. Таким образом, степень потенциальной опасности природных процессов, характерных для территории Волгоградской области, определяется вероятностью их проявления в определенный период времени до уровня, способного нанести ущерб хозяйству, окружающей среде, а главное здоровью населения [2, 4].

На территории Волгоградской области в постоянной готовности к оказанию медицинской помощи пострадавшему населению в условиях чрезвычайной ситуации находятся: 171 бригада скорой медицинской помощи; 115 врачебно-сестринских бригад; 109 бригад специализированной медицинской помощи. Согласно данным Комитета здравоохранения Волгоградской области, госпитальная база службы медици-

ны катастроф Волгоградской области создана на базе 63 медицинских организаций, в которых для приёма пострадавших может быть развернуто 3110 коек, из них 650 детских. В медицинских организациях, входящих в Службу медицины катастроф Волгоградской области, создан запас медицинского, санитарно-хозяйственного и специального имущества на ликвидацию медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций [1, 5].

Эффективное оперативное управление позволяет обеспечить экстренное реагирование на сложившуюся ситуацию и согласованную работу всех привлеченных медицинских сил. Для оперативного реагирования в случае развития чрезвычайных ситуаций в круглосуточном режиме развернута работа оперативно-диспетчерских отделов станций и отделений службы скорой медицинской помощи. Минимизация санитарных потерь достигается созданием слаженной системы организации оказания медицинской помощи на всей территории Волгоградской области. Привлечение сил и средств отделения экстренной консультативной медицинской помощи и медицинской эвакуации Волгоградской области значительно сокращает время приближения медицинской помощи пораженным [1, 5].

#### Список литературы

1. Приказ комитета здравоохранения Волгоградской области от 24 мая 2016 № 1713 «О совершенствовании службы медицины катастроф Волгоградской области и повышении готовности подведомственных медицинских организаций к оказанию медицинской помощи в чрезвычайных ситуациях». [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/48587774/> (дата обращения: 03.01.2021).
2. Дьяченко Н.П. География природных опасностей и рисков Волгоградской области // Электронный научно-образовательный журнал ВГСПУ «Грани познания». 2015. №8(42). С. 74-79.
3. Турдалиева Б.С., Аимбетова Г.Е., Кошимбеков М.К., Ибраева А.Ш. Анализ международного опыта организации медицинской помощи населению в чрезвычайных ситуациях // Вестник Казахского Национального медицинского университета. 2017. №1. С. 538-542.
4. [Электронный ресурс]. URL: <https://gosim.volgograd.ru/> (дата обращения: 03.01.2021).
5. [Электронный ресурс]. URL: <https://oblzdrav.volgograd.ru/> (дата обращения: 03.01.2021).

#### Технические науки

##### ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Кузник Н.В.

*БГТУ им. В.Г. Шухова «Белгородский государственный технологический университет», Белгород, e-mail: nikolai.kuznyak@yandex.ru*

В данной статье рассматривается тенденция развития тормозных систем автомобилей с применением новых технологий в разработках тормозных элементов. Представлено отличие тормозных систем современных электромобилей от систем автомобилей, оснащенных дви-

гателями внутреннего сгорания. Также рассмотрены плюсы и минусы эксплуатации подобных тормозных систем, и их методы повышения эффективности за счет применения фрикционных материалов в тормозных компонентах.

Сейчас мы живем в такое время, когда конструкция транспортных средств мгновенно развивается, то, что было актуально пять лет назад, сегодня уже безнадежно устарело, а вместе с самим автомобилем меняется и конструкция его систем. В том числе и тормозная система не стала исключением. Она является важнейшим элементом безопасности машины,

и поэтому неудивительно, что разработчики уделяют ей повышенное внимание, и в настоящее время тормозные системы – один из самых быстро развивающихся сегментов рынка автокомпонентов [1].

Поэтому рассмотрим тормозные системы современных автомобилей с двигателями внутреннего сгорания и с гибридной силовой установкой. Принято считать что, значение тормозной системы на электромобилях ниже, чем на транспортных средствах с двигателями внутреннего сгорания, поскольку скорость можно снижать за счет рекуперации, но общая доля таких машин в мировом автомобильном парке составляет меньше 20%, а в России это только ничтожные 2% [2]. Но все же в последнее время для таких транспортных средств требования к тормозным системам во многом ужесточились. Связано это с тремя основными факторами. Во-первых, автомобили с гибридной силовой установкой, которые с каждым годом получают все более широкое распространение, тяжелее обычных автомобилей, а значит, для остановки им требуются более эффективные системы торможения. Во-вторых, большинство современных автомобилей в развитых странах мира оснащаются системами автоматического торможения, которые должны обеспечивать эффективное торможение в любых климатических дорожных условиях. В-третьих, для экономии топлива, а так же снижения вредных выбросов в современных автомобилях используют режим «накат», во время которого при сбросе «газа» двигатель отключается. На таких автомобилях установлена отдельная 48-вольтовая система электрооборудования, а стартер и генератор составляют один узел, что позволяет безопасно управлять автомобилем даже с выключенным двигателем, так как усилитель рулевого управления и усилитель тормозной системы электрические. Такая схема уже реализована на дорожных моделях, таких как Audi. А по сколько стоимость подобных систем не превышает нескольких процентов от цены автомобиля, то уже в ближайшее время аналогичные системы появятся на большинстве автомобилей других премиальных брендов. Но если возникает необходимость в экстренном торможении во время движения в режиме «накат», то нагрузка на тормозную систему многократно возрастает, ведь двигатель здесь уже помочь не может. Поэтому для таких автомобилей требуется более эффективные тормоза. Логично было бы предположить, что для безопасности и эффективности тормозной системы, ее составляющие элементы должны быть более тяжелыми и массивными, что в свою очередь приводит к ухудшению в управлении автомобиля и плавности хода. Поэтому приходится прибегать к методам повышения эффективности торможения.

Одним из распространенных методов, является применение легких и при этом жаропрочных материалов, с применением которых повышается эффективность торможения при одновременном снижении веса. Такими являются углерод-керамические диски, они легкие и полностью решают проблемы с перегревом, но из за их высокой стоимости и сложности в производстве, они используются на дорогих спортивных автомобилях, да и то в большинстве случаев в качестве опции. Поэтому для массовой продукции используют более доступные технологии и материалы. Для снижения веса тормозных дисков все чаще используются вместо чугуна, алюминиевые сплавы. Однако минусом алюминиевых деталей является низкая способность выдерживать большие тепловые нагрузки. Поэтому на отдельных спортивных автомобилях применяют двухсоставные диски из алюминия и чугуна, которые легче дисков сделанных из однородного материала на 15 – 20 процентов.

Новые технологии дают значительный выигрыш в весе при производстве дисков. Например, один из ведущих разработчиков и производителей тормозных систем – Brembo, создал одну из уникальных технологий производства тормозных дисков. В результате процесса пресования производят стальной корпус ступичной части и затем помещают в литейную форму, до введения жидкого чугуна, который отливают при температуре 1400 градусов Цельсия. В результате соединения с тормозной поверхностью, чугун отвердевает вокруг специальных стальных зубьев на ступице. Композитные диски, изготовленные по такой технологии, обладают рядом преимуществ. Они менее подвержены деформациям, которые связанные с термомеханическими воздействиями и легче примерно на 15% по сравнению с чугунными деталями аналогичного размера. Однако снижения веса не единственная проблема, с которой приходится сталкиваться разработчикам тормозной системы. Так как последующей задачей, которую приходится решать, это обеспечение эффективного охлаждения тормозов. Ведь порой для торможения требуется энергия, многократно превышающая мощность самого двигателя автомобиля. При торможении кинетическая энергия превращается в тепловую, тормозной диск может раскалиться до 800 градусов Цельсия. При перегреве эффективность тормозных элементов снижается, что может привести вплоть до возгорания. Поэтому конструкторы применяют различные технологии, для улучшения вентиляции тормозных дисков [3].

Увеличить охлаждение компонентов тормозной системы позволяют перфорация и насечки на тормозных дисках. Так же перфорация позволяет обеспечить высокую эффективность торможения на мокром участке дороги, тем са-

мым рассеивая тонкий слой воды, который накапливается на поверхности диска. Теоретически благодаря перфорации можно было бы снизить и вес диска, но как такового на практике не происходит. Как правило, перфорированные диски даже тяжелее обычных. В свою очередь это связано с тем, что предназначены для спортивных автомобилей и рассчитаны они на более высокие нагрузки. Но насколько бы, ни были хороши тормозные диски, показать эффективную работу они могут только с качественными тормозными колодками. А вот с этим как раз все очень не просто! Дело в том, что даже в странах Евросоюза их качество почти никак не регламентируется [4].

Европейский стандарт ECE R90 регламентирует контроль только по шести пунктам, в то время как ведущие производители тестируют тормозные колодки по 20-30 параметрам, а сами испытания более жесткие. Дешевые тормозные колодки не только эффективное торможение не могут обеспечить, но также отличаются малым сроком службы, и велика вероятность испортить тормозные диски при нагреве фрикционного материала. После чего они становятся непригодными для дальнейшего использования. Для безопасности большое значение имеет состав связующего материала тормозных колодок. У бюджетных производителей это дешевые фенол-альдегидные полимеры, которые не способны выдерживать высокие температуры, в качественных изделиях применяются термостойкие полимеры, армированные крезолом и бором [5].

А что касается самого тестирования тормозных колодок, то здесь разработчики проводят свои внутренние испытания, например, тест по методике Porsche. Данный тест, включает в себя 25 торможений подряд. Однако не все даже ведущие производители тормозных систем проводят так называемые холодные тесты тормозных колодок. А ведь это один из основных режимов работы для автомобилей в России, эксплуатирующихся в городских условиях с малыми ежедневными пробегами. Лишь некоторые производители, такие как Brembo, могут себе позволить при производстве тормозных колодок применение технологии термической обработки поверхности. Данный процесс называется «скорчинг». Это технология позволяет свести к минимуму процесс приработки. Не исключением стали и задние тормозные колодки барабанных тормозов на марках бюджетных автомобилей. Дело в том, что если раньше передние тормозные колодки изнашивались значительно быстрее задних, то сегодня наблюдается обратная ситуация. Задние колодки на автомобилях оснащенных системой стабилизации ESP, не редко служат даже меньше, чем передние. Но благодаря большой рабочей поверхности и защите механизма от грязи они отличаются высокой износостойкостью, а при спокойной езде увеличивается и их срок службы. Однако

эффективность барабанных тормозов существенно ниже, чем дисковых, что особенно заметно при эксплуатации автомобиля с полной нагрузкой. В связи с этим, автопроизводителям приходится постепенно отказываться от барабанных тормозов заменяя их дисковыми [6].

В значительной степени эффективность тормозной системы зависит от типа фрикционных материалов, которые используются при изготовлении тормозных колодок. Поэтому даже требования к тормозным колодкам в разных странах отличаются. В странах Западной Европы, основополагающим фактором является высокая эффективность торможения, в том числе и в экстремальных условиях. В Северной Америке и Азии особое внимание уделяется комфорту, экологии и долговечности. В европейских странах широко распространены фрикционные материалы с низким содержанием стали (Low Steel). Преимущества у данного типа следующие: высокая температура и скоростная стабильность, очень высокая прочность, колодки хорошо очищают тормозной диск от ржавчины, низкая себестоимость. Недостатками являются: ограниченный срок службы, повышенный износ тормозных дисков, при работе выделяется значительное количество тормозной пыли – причина, почему их не любят экологи. В настоящее же время получили широкое распространение тормозные колодки, изготавливаемые из органического фрикционного материала, так называемого NAO, стальное волокно в них отсутствует. Основные преимущества: низкий уровень шума и пыли, высокая долговечность колодок и дисков. А вот недостатком фрикционного материала является малая стойкость к высоким температурам во время продолжительного торможения [7].

В каком же направлении тормозные системы будут развиваться дальше, сложно сказать. По крайней мере, на автомобилях массового сегмента в ближайшее время вряд ли удастся существенно повысить эффективность данных систем. Все же на вторичном рынке обычные дисковые и барабанные тормозные системы еще долго будут доминировать. А путем введения разных электронных ограничителей и ассистентов помощи водителя, будут решаться вопросы безопасности.

#### Список литературы

1. Александров М.П., Лысяков А.Г. Тормозные устройства. М.: Изд. Машиностроение, 1985. 158 с.
2. Шакалов И.П., Конев А.А. Технологии зарядки батарей электромобилей // Международный студенческий научный вестник. 2018. №8. URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=18762> (дата обращения 28.11.2020).
3. Диаметр, вентиляция и композиты эволюция дисковых тормозов // Информационный портал «КОЛЕСА.RU». 2016. URL: <https://www.kolesa.ru/article/diametr-ventiljacija-i-kompozity-jevoljucija-diskovyh-tormozov-2016-01-07> (дата обращения: 28.08.2021).
4. Крупкин А.С, Каледя В.Н. Охлаждение тормозных дисков автомобиля // Инновации технических решений в машиностроении и транспорте: материалы V Всероссий-

ской научно-технической конференции для молодых ученых и студентов с международным участием (Пенза, 14-15 марта 2019 г.). Пенза: Издательство Пензенского государственного аграрного университета, 2019. С. 196-199.

5. Бевз Д.А., Дуганова Е.В. Стенд для диагностики стояночной тормозной системы // Будущее науки-2019: материалы 7-й Международной молодежной научной конференции (Курск, 25-26 апреля 2019 г.). Курск: Издательство Юго-Западный государственный университет, 2019. С. 15-18.

6. Захаров Ю.А., Шарагин А.Е. Обоснование актуальности работ по восстановлению макрогеометрии тормозных дисков автомобилей // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 1. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/01/46165> (дата обращения: 28.08.2021).

7. Фрикционная смесь и ее влияние на характеристики колодок // Информационный портал «авто компоненты». 2017. URL: <https://a-kt.ru/articles/frikcionnaya-smes-i-ee-vliyanie-na-kharakteristiki-kolodok> (дата обращения: 28.08.2021).

### Физико-математические науки

#### УТОЧНЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ФОРМЫ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ОДНОСЛОЙНОЙ КАТУШКИ С ТОКОМ

Карякин А.А., Карякин А.В.

Георгиевский региональный колледж «Интеграл»,  
Георгиевск, e-mail: kav545@mail.ru

Проведены измерения магнитного поля однослойной катушки с током с помощью длинной магнитной стрелки от буссоли. Увеличение сечения проводника и величины постоянного тока в катушке до 1600 ампер, позволило увеличить напряженность создаваемого магнитного поля, что в свою очередь привело к снижению колебаний магнитной стрелки и уменьшению искажений от внешних магнитных полей. Величина создаваемого магнитного поля в сотни раз превысила величину естественного поля Земли и позволила исследовать форму магнитного поля катушки индуктивности более точно. Исследовано магнитное поле внутри и снаружи однослойной катушки диаметром 12 см. Определен угол отклонения стрелки от оси катушки в зависимости от направления тока. Обнаружена винтовая пространственная форма силовых линий внутри и снаружи катушки.

Катушки индуктивности находят широкое практическое применение в технике и уточнение физических принципов работы позволяет разрабатывать более эффективные электрические устройства: дроссели, соленоиды, трансформаторы, электродвигатели, генераторы. Главными параметрами катушки индуктивности являются: индуктивность, сопротивление обмоток и рабочий ток. При прохождении постоянного тока по катушке она становится электромагнитом со своим собственным северным и южным полюсом, такими же как у постоянного магнита. Магнитное поле, как одна из компонент электромагнитного поля, создается неизменными во времени токами, протекающим по проводящему телу, неподвижному в пространстве по отношению к наблюдателю [1]. Линиями магнитной индукции называют кривые, касательные к которым в каждой точке совпадают с направлением вектора  $B$  в этой точке [2]. Магнитная стрелка компаса ориентируется вдоль силовых линий магнитной индукции. Известно, момент сил, действу-

ющих на стрелку или контур с током, зависит от угла  $\alpha$  между силовыми линиями и направлением стрелки.

$$M = p_m \cdot B \cdot \sin \alpha, \quad (1)$$

где  $p_m$  – магнитный момент стрелки. Исследуемая катушка представляет достаточно простую конструкцию из одинаковых витков проводника постоянного сечения и форма её магнитного поля известна давно. После обнаружения отклонений линий магнитной индукции и уточнения формы магнитных полей у прямого и плоского проводника в 2020 году [3] возникла необходимость уточнить геометрическую форму магнитного поля катушки индуктивности.

#### Материалы и методы исследования

Измерения проводятся, как и двести лет назад с помощью простой магнитной стрелки с несколькими условиями, повышающими точность измерений. Первое условие: «использовать при измерении точную магнитную стрелку». Обычная стрелка туристического компаса имеет длину 30 мм., и точность шкалы 5–10° недостаточную для определения отклонений линий магнитной индукции. В эксперименте используется стрелка буссоли ОБК длиной 150 мм., с точностью шкалы 0.5°, что на порядок превышает точность туристического компаса. Второе условие: «использование стрелки компаса без корпуса». При проведении измерений стрелка обязательно извлекается из корпуса буссоли, так как материал корпуса буссоли имеет свойство намагничиваться под воздействием создаваемого магнитного поля катушки, тем самым увеличивая погрешность. При измерении стрелка устанавливается на небольшой медной оси, закрепленной на немагнитном основании. Крепление стрелки на оси позволяет не только свободно поворачиваться ей в горизонтальной плоскости (плоскости горизонта) на 360°, но и отклоняться в вертикальной плоскости на угол до 10°. Третье условие: «использовать при измерении единственную магнитную стрелку». Стрелка компаса сама по себе является небольшим постоянным магнитом, поэтому использование одновременно нескольких стрелок может привести к их взаимодействию и погрешности. В каждом измерении используется только единственная магнитная стрелка.