

10. *Butenko V.I., Durov D.S., Shapovalov R.G.* Naukoemkie tekhnologii sozdaniya vysokoresursnykh detaley mashin [High-tech technology to create high-efficiency machine parts]. Taganrog: Izd-vo YuFU, 2014, 404 p.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор О.А. Полушкин.

Бутенко Виктор Иванович – Южный федеральный университет; e-mail: mkk@egf.tsure.ru; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44; тел. +78634376122; кафедра механики; профессор.

Дуров Дмитрий Сергеевич – кафедра механики; зав. кафедрой.

Шаповалов Роман Григорьевич – кафедра механики; доцент.

Butenko Victor Ivanovich – Southern Federal University; e-mail: mkk@egf.tsure.ru; 44, Nekrasovsky, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371622; the department of mechanics; dr. of eng. sc.; professor.

Durov Dmitry Sergeyeovich – the department of the mechanics; head of department; associate professor.

Shapovalov Roman Grigoryevich – the department of mechanics; associate professor.

УДК 621.1

Н.И. Мережин, М.Н. Максимов, А.А. Легин

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ НАМАГНИЧИВАНИЯ РЕЛЬСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ

Для более надежного обнаружения дефектов в рельсах разработана система намагничивания для магнитных каналов вагонов-дефектоскопов и дефектоскопных автомотрис. Разработанная и изготовленная система намагничивания в отличие от имеющихся аналогов, содержащих мощные электромагниты постоянного тока, содержит современные композитные постоянные магниты большой силы. Использование постоянных магнитов существенно уменьшают массу и габариты системы намагничивания. Кроме того, разработанная система не потребляет электрической энергии. Все это в совокупности приводит к существенной экономии эксплуатационных расходов. Приведены результаты испытаний разработанной системы намагничивания в статическом и динамическом режиме. Статические испытания проводились на испытательном стенде для определения оптимальных конструктивных параметров системы. Исследовалось влияние таких параметров, как: толщина ярма, длина намагничивающей системы, количество магнитов и их взаимное расположение на каждом полюсе. Проведенные испытания позволили оптимизировать конструкцию системы намагничивания по основным техническим показателям: намагничивающей силе, массе и габаритам. Динамические испытания проводились в магнитном вагоне-дефектоскопе совместно с существующей системой намагничивания на испытательном участке железной дороги с уложенными дефектами. Проведенные испытания показали эффективную работу разработанной системы намагничивания. Несмотря на существенно меньшие габариты, разрабатываемая система намагничивания позволяет сильнее промагнитить рельс, что, в свою очередь, приводит к большей чувствительности всего магнитного вагона-дефектоскопа и повышению выявляемости дефектов.

Дефект; дефектоскопия; магнитная дефектоскопия; система намагничивания; автоматизация обнаружения дефектов; вагон-дефектоскоп.

N.I. Merezhin, M.N. Maksimov, A.A. Legin

EXPERIMENTAL STUDIES OF RAILS MAGNETIZATION SYSTEM USING PERMANENT MAGNETS

For a more reliable detection of defects in rails, the system of rails magnetization for magnetic channels of flaw detector car and defectoscopic railcars is designed. The system of rails magnetization, which is designed and manufactured unlike other available solutions containing powerful electromagnets DC, contains modern composite permanent magnets of great strength. Using of permanent magnets substantially reduce the weight and dimensions of the magnetization system. Furthermore, the developed system does not consume electric energy. All this in total lead to substantial savings in the operating costs. The tests results of the developed magnetization system in static and dynamic conditions are given. Static tests were carried out on the test bench to determine the optimum design parameters of the system. The influence of parameters such as thickness of the yoke, the length of the magnetizing system, the number of magnets and their relative position on each pole was investigated. The tests carried out to optimize the design allowed the magnetization system on the main technical indicators: the magnetizing force, weight and dimensions. Dynamic tests were carried out in the magnetic flaw detector car together with the existing magnetization system on the test section of the railway stacked defects. Tests have shown the effective work of the developed system magnetization. Despite the significantly smaller size, the developed system allows magnetization system strongly magnetized rail, which in turn leads to greater sensitivity of the whole magnetic flaw detector car and improve the detectability of defects.

Defect; defect inspection; magnetic particle inspection; the system magnetization; automated defect detection; flaw detector car.

Введение. Повышение надежности и безопасности грузопассажирских перевозок на железнодорожном транспорте является актуальной задачей, так как крушение поездов из-за дефектов в рельсах приводят к большим человеческим и материальным потерям.

В настоящее время в дефектоскопии рельсов основной упор сделан на разработку и использование совмещенных вагонов-дефектоскопов и автотомтрис. Совмещенные вагоны-дефектоскопы используют ультразвуковой и магнитодинамический методы дефектоскопии [1–9].

Магнитодинамический метод основан на намагничивании отрезка рельса электромагнитом постоянного тока и измерении изменения магнитного поля над рельсом. Магнитное поле над рельсом изменяется при наличии неоднородности структуры рельса или рельсового полотна. Измеренное с помощью индукционного датчика изменение магнитного поля отображается на экране монитора компьютера в виде дефектограммы. Оператор осуществляет визуальную расшифровку дефектограммы и по ее форме принимает решение о наличии или отсутствии дефекта в рельсе.

Достоинства магнитодинамического метода:

- ◆ высокая вероятность обнаружения дефектов в головке рельса;
- ◆ бесконтактный способ съема информации;
- ◆ высокая скорость движения вагона-дефектоскопа;
- ◆ качество информации практически не зависит от погодных условий.

Недостаток:

- ◆ обнаружение дефектов только в верхней части головки рельсов.

Так как оба метода дефектоскопии дополняют друг друга, поэтому они совместно используются в совмещенных вагонах-дефектоскопах. Поэтому для повышения вероятности обнаружения дефектов разработка автоматизированного высокоэффективного магнитного канала является актуальной задачей.

Целью настоящей работы является создание системы намагничивания для магнитных каналов вагонов-дефектоскопов и дефектоскопных автотомтрис.

Для дальнейшей реализации предлагаемого проекта необходимо выполнить следующие этапы:

1. Разработка и изготовление экспериментального образца системы намагничивания для магнитных каналов вагонов-дефектоскопов и дефектоскопных автомотрис;
2. Исследование работы экспериментального образца системы намагничивания в вагоне-дефектоскопе на участке дороги с уложенными искусственными и естественными дефектами.

Система намагничивания. При магнитном неразрушающем контроле применяют три способа намагничивания объекта исследования: продольное (полюсное), циркулярное и комбинированное. Они отличаются преимущественным направлением магнитного потока относительно наибольшего размера объекта контроля. В свою очередь, продольное намагничивание можно осуществить с помощью постоянного магнита, электромагнита или соленоида (рис. 1).

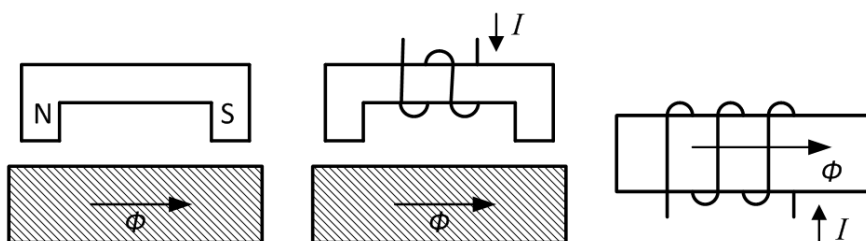


Рис. 1. Разновидности продольного намагничивания

Намагничивание объекта контроля может осуществляться как постоянным магнитом, так и электромагнитом постоянного тока.

Достоинством электромагнита является возможность управления режимом контроля. При продольном намагничивании выявляются поперечные, т.е. направленные ортогонально направлению магнитного потока, дефекты.

В настоящее время в магнитном вагоне-дефектоскопе используется продольное намагничивание с помощью электромагнита [1–9]. Для намагничивания стальных канатов и плоских листов металла используют постоянные магниты [10, 11]. Рельсы намагничиваются П-образными электромагнитами постоянного тока (рис. 2). Зазор между полюсами и рельсом составляет 8 ... 10 мм. Рабочая часть потока Φ_r создается электромагнитом, другая часть, замыкаясь, образует потоки рассеяния по воздуху – колесам и раме тележки – Φ_n (заполосные потоки).

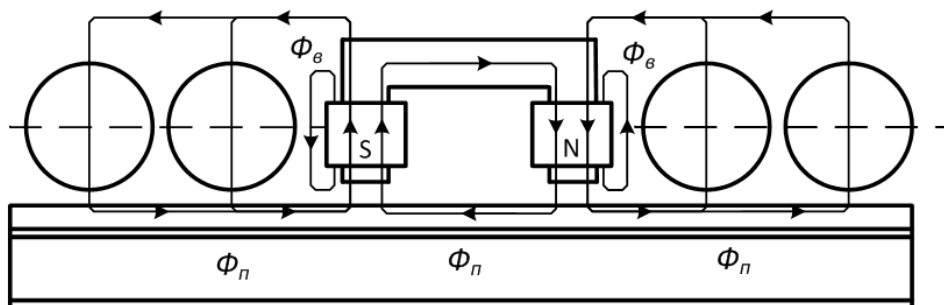


Рис. 2. Электромагнитное намагничивающее устройство вагона-дефектоскопа

При малых намагничивающих токах потоки рассеяния $\Phi_{\text{в}}$ и заполосные потоки $\Phi_{\text{п}}$ малы. С увеличением намагничивающего тока относительная доля рабочего магнитного потока падает (при увеличении абсолютного значения). Таким образом, экспериментально подбирают намагничивающий ток, увеличение которого не приводит к повышению намагниченности рельса.

Разрабатываемая система осуществляет намагничивание рельса постоянными магнитами (рис. 3). Такая система намагничивания не потребляет электроэнергию и может устанавливаться автономно на вагонах различного назначения. Для исследования свойств разрабатываемой системы намагничивания необходимо создать стенд для проведения статических испытаний системы в лаборатории и проверочный участок дороги для проведения динамических испытаний в вагоне-дефектоскопе.

Стенд для статических испытаний системы намагничивания должен содержать рельсы с искусственными и естественными дефектами и элементы пути, такими как шпальные подкладки, а также устройства подвеса с регулируемой высотой, имитирующими вагон. На рис. 4 показана упрощенная конструкция стенда для статических испытаний.

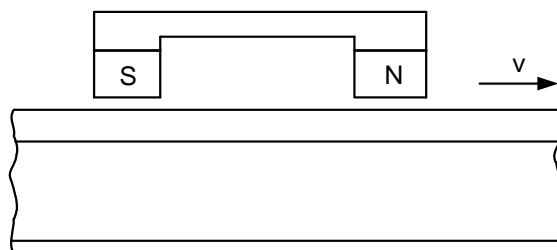


Рис. 3. Упрощенное намагничивающее устройство, использующее постоянные магниты

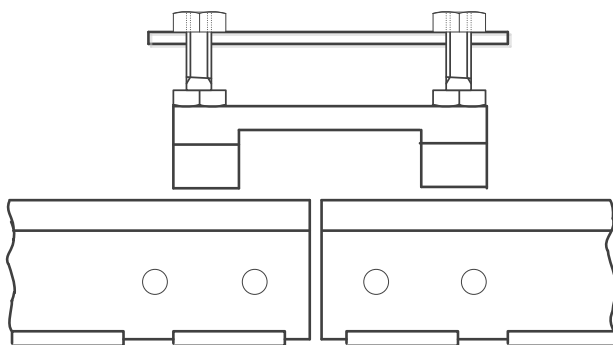


Рис. 4. Конструкция стенда для статических испытаний

В настоящее время намагничивание объекта контроля (рельса) осуществляется электромагнитом постоянного тока [1, 9].

В результате многочисленных экспериментальных исследований определены основные рабочие параметры системы намагничивания, такие как: напряженность магнитного поля в зазоре между полюсами электромагнита и рельсом, которая составляет – 0,5 Тл, база электромагнита – 700 мм, зазор между полюсами и рельсом – 8 ... 12 мм.

Разрабатываемая система осуществляет намагничивание рельса постоянными магнитами. Упрощенная структура разрабатываемой системы намагничивания показана на рис. 3. Такая система намагничивания имеет существенно меньшую массу и габариты, не потребляет электроэнергии и может устанавливаться автономно на вагонах различного назначения. Как и существующая система намагничивания, разрабатываемая система должна обеспечивать те же параметры по магнитному полю.

До настоящего времени не разработаны адекватные математические модели, позволяющие рассчитывать системы намагничивания для магнитодинамического метода контроля рельсов. Поэтому большинство разработчиков используют экспериментальные методы исследования [1–9] для оптимизации конструкций систем намагничивания.

В нашем случае также необходимо разработать конструкцию системы намагничивания, которая позволяет провести эксперименты по намагничиванию рельсов, как в статическом состоянии на стенде, так и в динамическом режиме на опытной участке дороги с уложенными дефектами. Переменными параметрами намагничивающей системы могут быть:

- ◆ длина намагничивающей системы (база) для исследования зависимости проникновения намагничивающего магнитного поля в рельс от длины базы;
- ◆ количество магнитов на каждом полюсе для возможности изменения силы внешнего намагничивающего поля;
- ◆ взаимное расположение магнитов на полюсе, как для изменения силы внешнего намагничивающего поля, так и для упрощения конструкции системы намагничивания;
- ◆ величина зазора между системой намагничивания и рельсом;
- ◆ типы магнитов и марки стали ярма намагничивающей системы.

Всем предъявленным требованиям удовлетворяет простая конструкция намагничивающей системы, схема которой представлена на рис. 5.

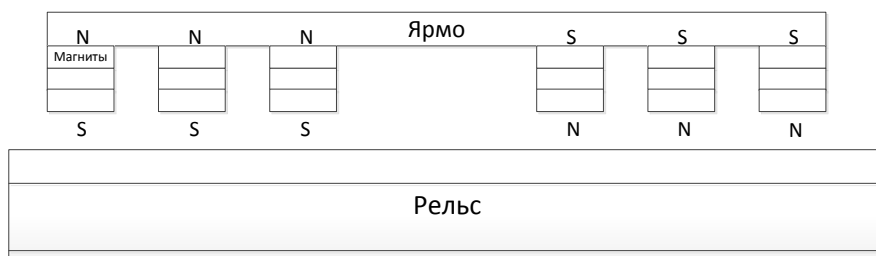


Рис. 5. Структура системы намагничивания

Ярмо выполняется из магнитомягкой стали типа С-20 необходимой толщины для обеспечения малого сопротивления магнитному потоку и отсутствию насыщения сердечника ярма при большой силе намагничивающего потока. Размеры ярма должны соответствовать по ширине размеру рельса и по длине размеру предыдущей намагничивающей системы. Поэтому ярмо разрабатываемой магнитной системы имеет размеры: 1000x80x20 мм.

В качестве постоянных магнитов выберем магниты повышенной силы из сплава NdFeB (неодимовые) с никелевым покрытием. Для обеспечения возможности изменения силы намагничивающего поля полюсный наконечник намагничивающей системы будем формировать из отдельных прямоугольных магнитов размерами 80x60x20 мм. При последовательном соединении таких магнитов друг с другом их магнитные потоки складываются при сохранении площади полюсного

наконечника. При параллельном соединении магнитов увеличивается площадь полюсного наконечника. Кроме того, постоянные магниты можно свободно перемещать вдоль ярма, меняя, таким образом, расстояние между полюсными наконечниками намагничивающей системы, то есть, меняя базу.

Таким образом, предлагаемая простая конструкция намагничивающей системы позволяет провести эксперименты по намагничиванию рельсов, как в статическом состоянии на стенде, так и в динамическом режиме на опытном участке дороги с уложенными дефектами. В результате экспериментов будет определена оптимальная конструкция разрабатываемой намагничивающей системы.

Исследование свойств намагничивающей системы на стенде. Толщина ярма намагничивающей системы влияет на ее магнитное сопротивление и насыщение сердечника ярма при большой силе намагничивающего потока. На рис. 6 представлена структура намагничивающей системы, у которой толщина ярма изменяется с помощью дополнительных металлических пластин n из такой же стали, что и ярмо. Размер каждой пластины 1000x40x4 мм. Измерения намагничивающего поля проводилось между магнитом и рельсом с помощью тесламетра, использующего датчик Холла.

Результаты экспериментальных исследований приведены на рис. 7. Из рисунка видно, что толщину ярма следует увеличить до 25 мм, дальнейшее увеличение не приводит к улучшения основной характеристики намагничивающей системы.

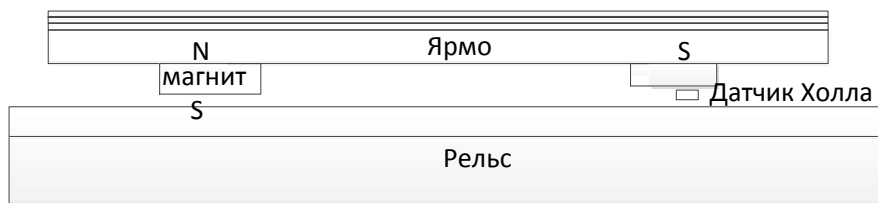


Рис. 6. Структура системы намагничивания для исследования влияния толщины ярма

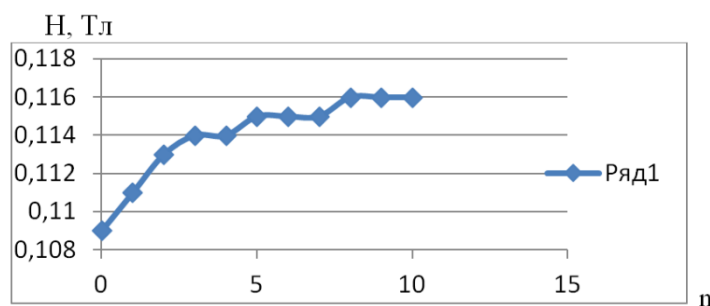


Рис. 7. Зависимость намагничивания от числа пластин, добавленных к исходному ярму

Количество магнитов на каждом полюсе определяет силу намагничивающего поля.

При последовательном соединении таких магнитов друг с другом их магнитные потоки складываются при сохранении площади полюсного наконечника. При параллельном соединении магнитов увеличивается площадь полюсного наконечника, что также приводит к увеличению силы намагничивающего поля.

Количество магнитов на каждом полюсе определяет силу намагничивающего поля. При последовательном соединении таких магнитов друг с другом их магнитные потоки складываются при сохранении площади полюсного наконечника. При параллельном соединении магнитов увеличивается площадь полюсного наконечника, что также приводит к увеличению силы намагничивающего поля.

На рис. 8 показана структура системы намагничивания для исследования зависимости силы намагничивающего поля от числа последовательно соединенных магнитов n . Измерения намагничивающего поля проводилось в зазоре между двумя рельсами с помощью датчика Холла.

Результаты экспериментальных исследований приведены на рис. 9. Из рисунка видно, что сила продольной составляющей намагничивающего поля в зазоре рельса практически прямо пропорциональна числу пар последовательно соединенных магнитов. Аналогичные результаты получены при параллельном соединении магнитов. Из экспериментов видно, что силу магнитного поля можно изменять в широких пределах, подбирая необходимое число пар магнитов.



Рис. 8. Структура системы намагничивания для исследования зависимости силы намагничивающего поля от числа последовательно соединенных магнитов

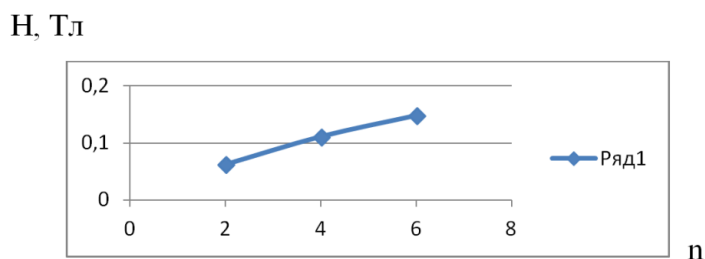


Рис. 9. Зависимость намагничивания от числа последовательно соединенных магнитов

С конструктивной точки зрения для обеспечения компактности намагничивающей системы целесообразно применять как последовательное, так и параллельное соединение магнитов, как это показано на рис. 6. Использование 9 магнитов на каждом полюсе позволило создать напряженность магнитного поля между рельсом и полюсом разработанной системы намагничивания 0,8 Тл. В прототипе данная напряженность составляет 0,6 Тл. Таким образом, достигнут желаемый результат.

Рабочие испытания системы намагничивания. Испытания системы намагничивания для магнитных каналов вагонов-дефектоскопов и дефектоскопных автомотрис проводились на контрольном участке дороги с уложенными дефектами. Внешний вид системы намагничивания показан на рис. 14.

Испытания проводились в несколько заездов по одному и тому же участку с уложенными дефектами. Система регистрации и визуализации дефектограмм была разработана в рамках предыдущего проекта [12–15]. Для идентичности эксперимента системы регистрации, настройки системы не менялись при записи со старой системой намагничивания и новой. В качестве индукционного датчика использовалась одна и та же катушка.



Рис. 10. Система намагничивания в рабочем состоянии

На рис. 11 показаны дефектограммы одних и тех же участков дороги, записанные с помощью новой системы намагничивания (нижний график) и штатной (верхний график).

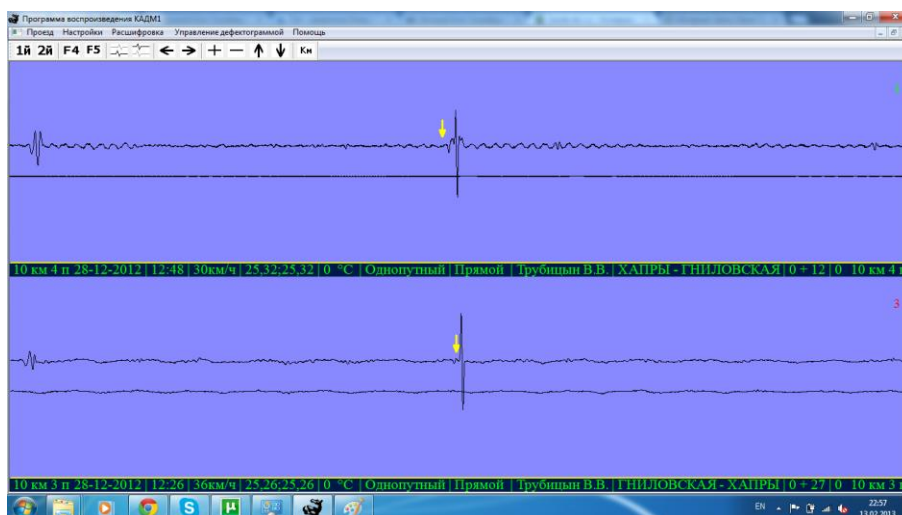


Рис. 11. Сравнение записей с новой и старой системами намагничивания. Дефект – искусственное вертикальное отверстие по центру головки рельса

Анализируя полученные дефектограммы, можно отметить, что новая система намагничивания сильнее промагничивает рельс, так как сигналы от одинаковых дефектов имеют большую амплитуду. Кроме того, уменьшились помеховые сигналы от шпальных подкладок. Такой эффект позволяет повысить надежность выявления дефектов с помощью новой намагничивающей системы.

Выводы. Разработана, изготовлена и испытана система намагничивания, которая содержит современные композитные постоянные магниты большой силы. Проведенные испытания показали, что разработанная система намагничивания для магнитных каналов вагонов-дефектоскопов и дефектоскопных автомотрис работоспособна и имеет меньшие габариты и массу по сравнению с существующей, не потребляет электроэнергию и лучше промагничивает рельс, что позволяет повысить надежность выявления дефектов с помощью магнитной системы дефектоскопии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гурвич А.К., Ермолов И.Н., Сажин С.Г.* Неразрушающий контроль. В 5 кн. Кн. 1: Общие вопросы. Контроль проникающими веществами / Под ред. В.В. Сухорукова. – М.: Высшая школа, 1992.
2. *Гурвич А.К., Козлов В.Б. и др.* Дефектоскопия рельсов. – М.: Транспорт, 1971. – 318 с.
3. *Слонов А.* Магнитные дефектоскопы изобретателя Ф.М. Карпова. – Выставка новой техники машиностроения. – М., 1939.
4. *Халилеев П.А.* Рождение рельсовой дефектоскопии // Дефектоскопия. – 1999. – № 12.
5. *Власов В.В.* Изучение магнитного потока в головке рельса // ФММ. – 1958. – Т. 4. – Вып. 5.
6. *Власов В.В.* Изучение магнитного потока в головке рельса при различном воздушном зазоре в магнитной цепи // ФММ. – 1959. – Т. 7. – Вып. 2.
7. *Власов В.В.* Изучение выявляемости рельсовых дефектов и характера создаваемых ими сигналов в искательной системе // ФММ. – 1959. – Т. 7. – Вып. 3.
8. *Довнар Б.П. и др.* Электромагнитные методы. Оценка поверхностного эффекта и выявляемости дефектов в головке рельсов при скоростной магнитной дефектоскопии // Дефектоскопия. – 1967. – № 3.
9. *Королев М.Ю.* Расчетные модели для оценки сигналов от объектов пути при магнитодинамическом методе неразрушающего контроля рельсов // В мире неразрушающего контроля. – 2002. – № 4 (18).
10. *Волоховский В., Воронцов А., Евсеева Е., Жирнов А., Черепов Б.* Опыт применения магнитной дефектоскопии при оценке технического состояния канатов оттяжек антенномачтовых сооружений // Телевидение и радиовещание. – 2014. – № 4-5. – С. 44-48.
11. *Антонычев С.В.* Метод магнитной дефектоскопии при экспертизе промышленной безопасности сварных резервуаров и сосудов, работающих под давлением // Безопасность труда в промышленности. – 2013. – № 5. – С. 53-56.
12. *Максимов М.Н., Максимова Т.И.* Автоматический комплекс КАДМ для магнитодинамического метода контроля рельсов железнодорожного полотна // Матер. Междун. научн. конф. «Инновации в обществе, технике и культуре». Ч. 2. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2008. – С. 47-50.
13. Патент 111330 Российская федерация, МПК G01N29/04. Комплекс автоматизированный дефектоскопный магнитный / Мережин Н.И., Матюнин А.Ю., Максимов М.Н.; заявитель и патентообладатель ООО «Информационные и инновационные технологии». – №2011117621/28; заявл. 29.04.11; опубл. 10.12.11, Бюл. №34. – 2 с.
14. *Мережин Н.И.* Многоканальный магнитный датчик для магнитных вагонов-дефектоскопов // Матер. всерос. научн. конф. «Перспективы развития гуманитарных и технических систем». Ч. 3. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011. – С. 55-59.
15. *Мережин Н.И.* Многоканальный регистратор сигналов от многоканального магнитного датчика // Матер. всерос. научн. конф. «Перспективы развития гуманитарных и технических систем». Ч. 3. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011. – С. 59-63.

REFERENCES

1. *Gurvich A.K., Ermolov I.N., Sazhin S.G.* Nerazrushayushchiy kontrol' [Nondestructive control]. V 5 kn. Kn. 1: Obshchie voprosy. Kontrol' pronikayushchimi veshchestvami [Common questions. Control penetrant]. Moscow: Vysshaya shkola, 1992.
2. *Gurvich A.K., Kozlov V.B. i dr.* Defektoskopiya rel'sov [Rail flaw detection]. Moscow: Transport, 1971, 318 p.
3. *Slonov A.* Magnitnye defektoskopy izobretatelya F.M. Karpova [Magnetic flaw detectors inventor F. M. Karpova]. Vystavka novoy tekhniki mashinostroeniya [The exhibition of new machinery engineering]. Moscow, 1939.
4. *Khalileev P.A.* Rozhdenie rel'sovoy defektoskopii [Birth rail flaw detection], *Defektoskopiya* [Defectoscopy], 1999, No. 12.
5. *Vlasov V.V.* Izuchenie magnitnogo potoka v golovke rel'sa [The study of magnetic flux in the rail head], *FMM* [Physics of metals and metallography], 1958, Vol. 4, Issue 5.
6. *Vlasov V.V.* Izuchenie magnitnogo potoka v golovke rel'sa pri razlichnom vozdushnom zazore v magnitnoy tsepi [The study of magnetic flux in the rail head at different air gap in the magnetic circuit], *FMM* [Physics of metals and metallography], 1959, Vol. 7, Issue 2.
7. *Vlasov V.V.* Izuchenie vyyavlyaemosti rel'sovykh defektov i kharaktera sozdavaemykh imi signalov v iskatel'noy sisteme [The study of the detection of rail defects and character they create signals a pleading look in system], *FMM* [Physics of metals and metallography], 1959, Vol. 7, Issue 3.
8. *Dovnar B.P. i dr.* Elektromagnitnye metody. Otsenka poverkhnostnogo effekta i vyyavlyaemosti defektov v golovke rel'sov pri skorostnoy magnitnoy defektoskopii [Electromagnetic methods. Assessment of surface effect and the detection of defects in the railhead at high speed magnetic flaw detection], *Defektoskopiya* [Defectoscopy], 1967, No. 3.
9. *Korolev M.Yu.* Raschetnye modeli dlya otsenki signalov ot ob"ektov puti pri magnitodinamicheskom metode nerazrushayushchego kontrolya rel'sov [The estimated model for the evaluation of signals from objects in the path when magnetodynamics method of non-destructive testing of rails], *V mire nerazrushayushchego kontrolya* [In the world of NDT], 2002, No. 4 (18).
10. *Volokhovskiy V., Vorontsov A., Evseeva E., Zhirnov A., Cherepov B.* Opyt primeneniya magnitnoy defektoskopii pri otsenke tekhnicheskogo sostoyaniya kanatov ottyazhek antenno-machtovykh sooruzheniy [Experience in the use of magnetic flaw detection in the evaluation of the technical condition of the ropes of the guyed antenna mast structures], *Televidenie i radioveshchanie* [TV and radio broadcasting], 2014, No. 4-5, pp. 44-48.
11. *Antonychev S.V.* Metod magnitnoy defektoskopii pri ekspertize promyshlennoy bezopasnosti svarnykh rezervuarov i sosudov, rabotayushchikh pod davleniem [Method of magnetic inspection during the examination of industrial safety of welded tanks and vessels working under pressure], *Bezopasnost' truda v promyshlennosti* [Safety in Industry], 2013, No. 5, pp. 53-56.
12. *Maksimov M.N., Maksimova T.I.* Avtomaticheskii kompleks KADM dlya magnitodinamicheskogo metoda kontrolya rel'sov zheleznodorozhnogo polotna [Automatic complex CADMUS for magnetodynamics method of control rails of the railroad tracks], *Mater. Mezhdun. nauchn. konf. «Innovatsii v obshchestve, tekhnike i kul'ture»* [Materials of the International scientific conference "Innovations in society, technology and culture"]. Parte 2. Taganrog: Izd-vo TTI YuFU, 2008, pp. 47-50.
13. Patent 111330 Rossiyskaya federatsiya, MPK G01N29/04. Kompleks avtomatizirovanny defektoskopnyy magnitnyy [Complex automated magnetic defectoscopy] *Merezhin N.I., Matyunin A.Yu., Maksimov M.N.*; zayavitel' i patentoobladatel' OOO «Informatsionnye i innovatsionnye tekhnologii». – №2011117621/28; zayavl. 29.04.11; opubl. 10.12.11, Byul. No. 34, 2 p.
14. *Merezhin N.I.* Mnogokanal'nyy magnitnyy datchik dlya magnitnykh vagonov-defektoskopov [Multi-channel magnetic sensor for magnetic rail flaw detectors], *Mater. vseros. nauchn. konf. «Perspektivy razvitiya gumanitarnykh i tekhnicheskikh sistem»* [Materials of all-Russian national conference "prospects of development of humanitarian and technical systems"]. Parte 3. Taganrog: Izd-vo TTI YuFU, 2011, pp. 55-59.

15. *Merezhin N.I.* *Mnogokanal'nyy registrator signalov ot mnogokanal'nogo magnitnogo datchika* [Multichannel recorder signals from multi-channel magnetic sensor], *Mater. vseros. nauchn. konf. «Perspektivy razvitiya gumanitarnykh i tekhnicheskikh sistem»* [Materials of all-Russian nauchnoi conference "prospects of development of humanitarian and technical systems"]. Parte 3. Taganrog: Izd-vo TPI YuFU, 2011, pp. 59-63.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., с.н.с. В.В. Денисенко.

Мережин Николай Иванович – Южный федеральный университет; e-mail: nmerejin@mail.ru; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44; тел.: 88634371632; кафедра теоретических основ радиотехники; зав. кафедрой; к.т.н.; доцент.

Максимов Михаил Николаевич – e-mail: maksimov@mail.ru; кафедра теоретических основ радиотехники; к.т.н.; доцент.

Легин Андрей Алексеевич – e-mail: andrey9199@gmail.com; кафедра теоретических основ радиотехники; аспирант.

Merezhin Nikolay Ivanovich – Southern Federal University; e-mail: nmerejin@mail.ru; 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371632; the department of fundamental of radioengineering; head of department; cand. of eng. sc.; associate professor.

Maksimov Mikhail Nikolaevich – e-mail: maksimov@mail.ru; the department of fundamental of radioengineering; cand. of eng. sc.; associate professor.

Legin Andrey Alexeevich – e-mail: andrey9199@gmail.com; the department of fundamental of radioengineering; graduate student.

УДК 744 (075.8)

В.В. Орехов, И.Б. Аббасов

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОТОТИПА ЭКРАНОПЛАНА

Практически в любой сфере материального производства есть необходимость моделирования будущего изделия. Сегодня цифровые технологии позволяют создавать наглядные прототипы. Множество прикладных программных пакетов позволяет рассчитать ту или иную модель. Кроме технических характеристик будущей модели можно получить визуальное представление в мельчайших подробностях и получить эстетически инновационный внешний вид. Целью работы является создание визуализации модели летательного транспортного средства, которая является результатом разработки в сфере промышленного дизайна. Работы по созданию летательных аппаратов данного вида имеют далекую перспективу. В работе представлен процесс моделирования прототипа экраноплана. Приведены краткие теоретические характеристики прототипа. Освещен поэтапный процесс моделирования фюзеляжа и составных частей экраноплана. Наряду со многими пакетами трехмерного моделирования 3D StudioMAX позволяет разрабатывать проекты практически любой сложности. В результате создания трехмерной сцены получена наглядная модель летательного аппарата, которая позволит экспериментировать с окраской фюзеляжа и его составных частей, позволит проводить доработку трехмерной модели под вновь появляющиеся задачи. Кроме того, работа может быть полезна дизайнерам и профильным специалистам.

Концептуальный дизайн; самолет; экраноплан; бионика; природные формы; обвод фюзеляжа; тонированная модель.