

РАСЧЕТ НАМАГНИЧЕННОСТИ ПО ГЛУБИНЕ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО РЕЛЬСА,
СОЗДАВАЕМОЙ ПОСТОЯННЫМ МАГНИТОМ

Н. В. КРЕМЕНЬКОВА, В. И. ШАРАНДО

Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Система сигнализации на железной дороге требует электрической изоляции отдельных участков рельсов друг от друга. Практика эксплуатации железных дорог показывает, что условия изоляции часто нарушаются за счет образования "мостиков" из ферромагнитных частиц, налипающих на концы рельсов в стыках. Образование таких "мостиков" обусловлено намагниченностью рельсов в области изолирующего стыка. Стык становится проводящим, что воспринимается подходящим к стыку поездом как занятость пути другим составом. В связи с этим задача создания устройств размагничивания рельсов является очень важной для безопасной эксплуатации железных дорог. Эффективность размагничивания определяется величиной и характером распределения исходной намагниченности в области стыка и параметрами размагничивающей системы.

Для расчета распределения намагниченности по глубине железнодорожного рельса в области стыка была создана компьютерная модель в виде внедренных в оболочку программы COMSOL MULTIPHYSICS 3d модели рельса и намагничивающего устройства в виде П – образного магнита (два магнитных блока, замкнутые полосой из мягкого ферромагнетика толщиной 1 см), установленного полюсами на края зазора. В созданную компьютерную модель вводились кривая намагничивания для рельсовой стали и остаточная намагниченность материала постоянных магнитов. В качестве материала для постоянных магнитов выбран неодим-железо-бор NdFeB, его остаточная намагниченность $M_r = 950\,000$ А/м. Высота рельса составляла 19 см, высота и ширина головки соответственно 5,53 см и 7,5 см, высота и ширина пяты соответственно 3,23 см и 15 см. Ширина центральной части рельса 2 см. Рассматривались варианты с шириной стыка 8 и 15 мм.

Выполнены расчеты для разных расстояний d между полюсами, при этом рассмотрено два случая с одинаковым количеством магнито жесткого материала в магнитных блоках и различающейся в два раза площадью полюсов (4×8 см с меньшей стороной вдоль рельса при высоте блока 4 см и 8×8 см при высоте блока 2 см). Рассчитывалось распределение модуля и составляющих намагниченности. Показано, что при увеличении площади магнитных полюсов создаваемая в рельсе намагниченность увеличивается, сохраняя характер распределения. Для трех расстояний d между полюсами магнита размерами 4×8 см проведены расчеты распределения модуля намагниченности по глубине рельса на расстояниях x от центра стыка 5 мм,

10 мм и 20 мм при ширине стыка 8 мм. Результаты расчетов для $x = 5$ мм представлены на рис.1. Начало системы координат находится в плоскости поверхности катания рельса в точке пересечения его центральных плоскостей симметрии, x – вдоль рельса, z – перпендикулярно поверхности катания. При уменьшении d намагниченность, создаваемая системой, увеличивается, сохраняя характер распределения. В распределении по глубине модуля M наблюдается два экстремума: локальный минимум вблизи поверхности рельса, который смещается по z при удалении от стыка, и максимум на расстоянии около 6 см, что соответствует положению нижней поверхности головки рельса. На рис. представлено распределение модуля намагниченности по глубине рельса при расстоянии между полюсами магнитов $d = 5$ мм для разных расстояний x от центра стыка. Из зависимостей следует, что при удалении от стыка наблюдается рост намагниченности, обусловленный приближением к центру полюса магнита.

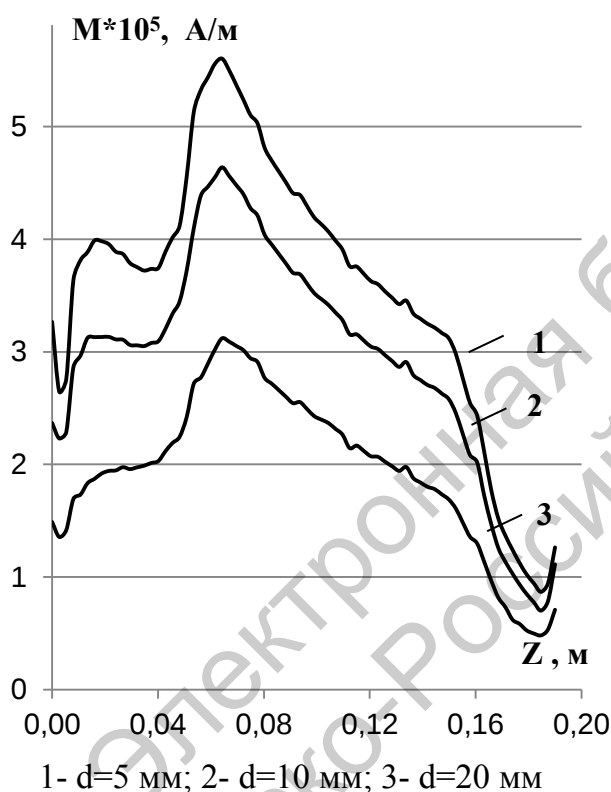


Рис. 1. Распределение модуля намагниченности M по глубине рельса на расстоянии 5 мм от центра стыка для разных расстояний d между полюсами магнитов

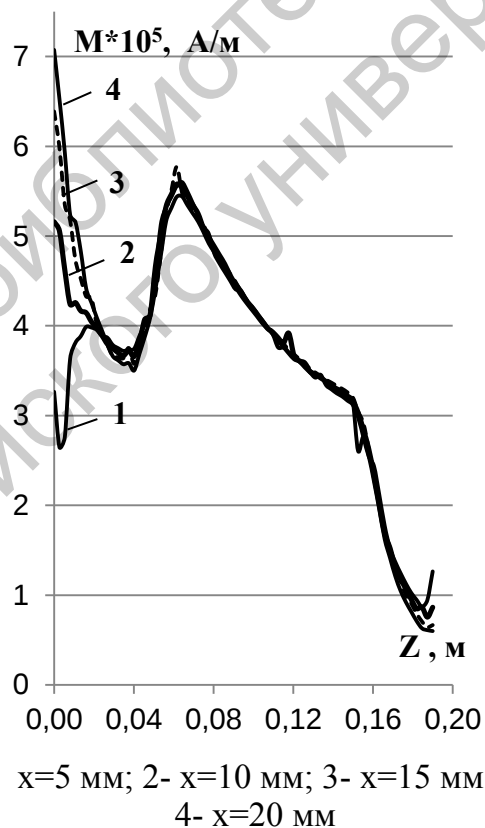


Рис. 2. Распределение модуля намагниченности M по глубине рельса при расстоянии между полюсами магнитов $d=5$ мм для разных расстояний x от центра стыка

Полученные результаты могут быть использованы при проектировании систем размагничивания стыков рельсов.