

УДК 620.179.14
РАСЧЕТ НАМАГНИЧЕННОСТИ ВДОЛЬ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
РЕЛЬСА, СОЗДАВАЕМОЙ ПОСТОЯННЫМ МАГНИТОМ

Н. В. КРЕМЕНЬКОВА, В. И. ШАРАНДО
Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

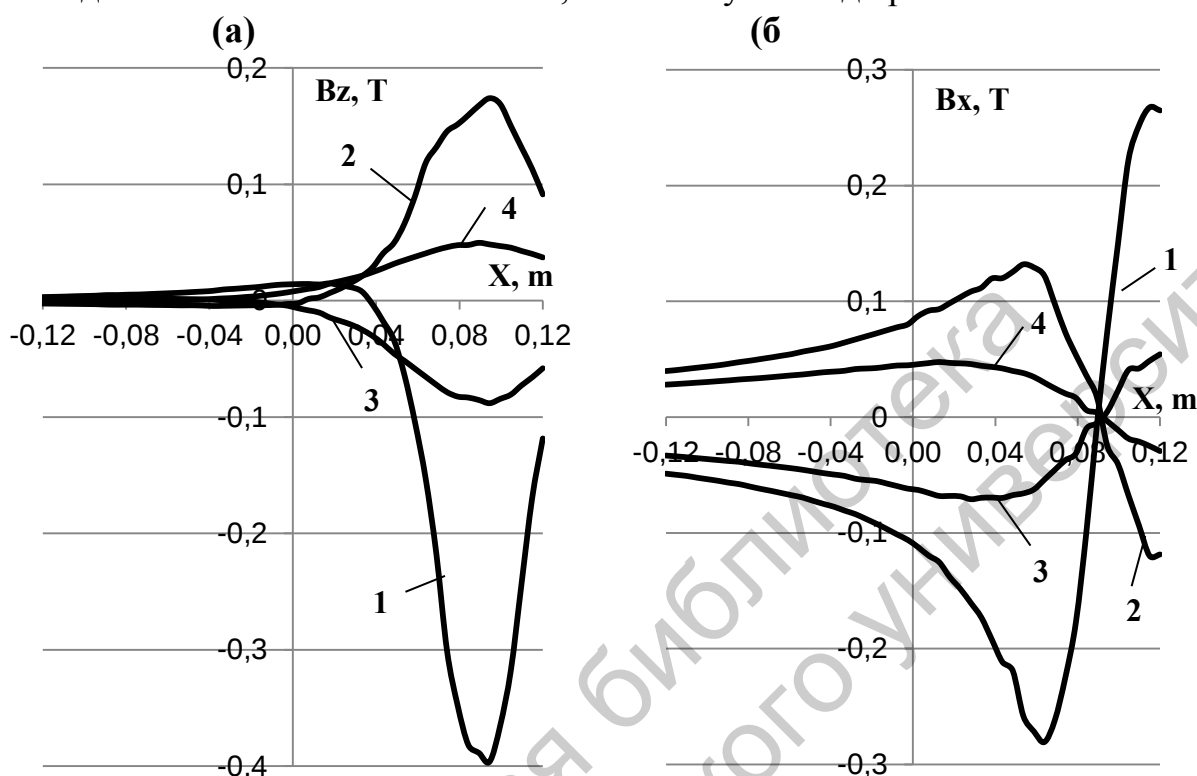
Настоящая работа является частью исследований возможности применения постоянных магнитов для целей размагничивания железнодорожных рельсов. Преимуществом таких размагничивающих систем, по сравнению с системами катушек с током, является отсутствие необходимости в мощных внешних источниках энергии и резкое снижение габаритов и веса используемых конструкций.

Для решения поставленной задачи была создана компьютерная модель в виде внедренных в оболочку программы COMSOL MULTIPHYSICS 3d моделей рельса и постоянного магнита. Алгоритм программы основан на методе конечных элементов. В созданную компьютерную модель вводилась кривая намагничивания для рельсовой стали и остаточная намагниченность материала постоянных магнитов. В качестве материала для постоянных магнитов был выбран неодим-железо-бор NdFeB, имеющий остаточную намагниченность $M_r = 950\,000$ А/м. Магнитные параметры рельсовой стали получены на образце в виде кольца с размерами: наружный диаметр – 3,02 см, внутренний – 2,5 см, толщина – 0,35 см. 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.

Проведен расчет распределения модуля и составляющих поля в рельсе на расстоянии 1 см от его поверхности катания, создаваемого постоянным магнитом с размерами: $x = 4$ см – вдоль рельса, $y = 8$ см – поперек рельса, $z = 4$ см – перпендикулярно поверхности катания. На рис.1 представлены результаты расчетов распределения на четырех разных расстояниях магнита от поверхности рельса: 1–1 см; 2–3 см; 3–5 см и 4–7 см. Намагниченность магнита направлена перпендикулярно поверхности рельса. Полярность магнита при размещении на расстояниях 1 см и 5 см от рельса противоположна полярности при размещении на расстояниях 3 см и 7 см.

Из расчетов следует, что характеристики области намагничивания магнитом с указанными параметрами зависят от расстояния между магнитом и рельсом: с удалением магнита от рельса изменяется как величина, так и характер распределения поля в намагниченной области рельса. Величина модуля и z-компоненты индукции поля (B_z) в рельсе имеют экстремальные значения под центром магнита (на графиках $x = 0,09$ м), с удалением магнита от поверхности рельса уменьшается величина как модуля (B), так и z-

компоненты индукции поля (B_z) в рельсе, одновременно с этим наблюдается размывание (уширение) самого экстремума. Для x – компоненты индукции поля (B_x) в рельсе отличие лишь в том, что под центром магнита наблюдается минимальное значение, а максимум – под краем магнита.



1 – $d=1$ см; 2 – $d=3$ см; 3 – $d=5$ см; 4 – $d=7$ см

Рис. 1. Распределение z -компоненты (а) и x -компоненты (б) индукции поля на глубине 1 см от поверхности катания рельса при разных расстояниях магнита d

Из приведенных зависимостей следует, что сочетанием постоянных магнитов с разнополярным направлением намагниченности, установленных на разных расстояниях от поверхности намагниченного рельса, можно создать в нем периодическое знакопеременное внутреннее поле. Выбирая при этом величину поля, создаваемого каждым последующим магнитом, с учетом величины коэрцитивной силы материала рельса и остаточной намагниченности, возникшей после предыдущего магнита, можно приблизить величину остаточной намагниченности в рельсе к нулевому значению во всей намагниченной области.