

УДК 621.391.82.016.35

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ В ТРУБОПРОВОДЕ С НЕОДНОРОДНЫМ ТОКОМ

Н. И. Вяхирев, В. В. Гизенко, Л. А. Захаренко

Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь

Нарушение изоляции расположенного в земле металлического трубопровода приводит к «растеканию» тока трубы в землю. В результате ток трубопровода становится неоднородным. Неоднородности могут быть продольными, поперечными или какой-либо другой формы. В отсутствии неоднородностей тока магнитное поле внутри трубопровода равно нулю, неоднородность тока приводит к появлению поля.

Неоднородность в поперечном (азимутальном) направлении создается утечкой тока, продольной вдоль трубы. Вдоль трубы ток однороден, а в азимутальном направлении изменяется по закону

$$J(\varphi) = \left[A_0 + A_1 \left| \cos \frac{\varphi}{2} \right|^m \right] \cdot e^{j\omega t}.$$

Здесь A_0 и A_1 – константы, определяющие величину и размах изменения тока; ω – круговая частота; φ – азимутальная координата и m (положительное число) определяет область неоднородности тока. Начало отсчета по φ совпадает с максимумом тока.

Продольная неоднородность задается линейной функцией. Ток в трубе справа и слева от неоднородности постоянен, в пределах неоднородности линейно зависит от продольной координаты.

Решение уравнений Максвелла позволяет определить все составляющие напряженности магнитного поля внутри трубопровода. Для обеих видов неоднородности рассчитывались радиальная и азимутальная составляющие поля.

Вблизи неоднородности тока имеет место всплеск магнитного поля внутри трубы, причем различные составляющие поля имеют различную зависимость от координат. Это продемонстрировано на рис. 1, где приведены радиальная и азимутальная составляющие напряженности магнитного поля вблизи стенки трубы с током, имеющим поперечную неоднородность.

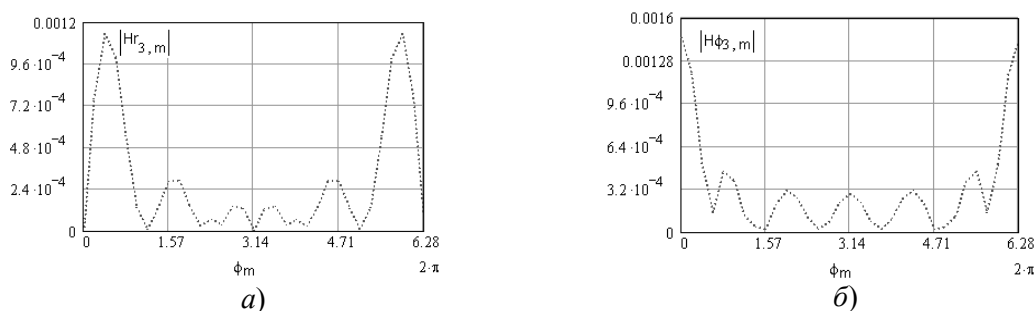


Рис. 1. Напряженность магнитного поля вблизи стенки трубы

Уровень магнитного поля определяется размером и величиной неоднородности тока. На рис. 1 ток трубы составляет 1 А, неоднородность – 1 % от тока трубы, $m = 400$, что соответствует реальным размерам неоднородности. Напряженность магнитного поля приводится в А/м.