

РАСЧЕТ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДАТЧИКОВ ХОЛЛА

Принцип действия магнитоэлектрических датчиков на основе преобразователей Холла основан на возможности точной регистрации пространственно-неоднородного магнитного поля, создаваемого магнитной системой датчика. Это позволяет использовать такие датчики в качестве индикатора положения, толщиномеров и др. Конструкция магнитной системы (МС) во многом определяет технические параметры датчика и его успешное функционирование. У большинства современных датчиков [1] МС состоит из постоянных магнитов на основе редкоземельных магнитов и ненасыщенной арматуры (магнитомягкий материал). Для расчета соответствующих статических магнитных полей весьма эффективна методика, основанная на электростатической аналогии [2]. Роль “магнитных зарядов” в этом случае играет дивергенция вектора намагниченности в областях, занятых магнито-твердыми материалами. Особенностью редкоземельных магнитов является постоянство вектора намагниченности по объему образца, что позволяет считать “магнитные заряды”, расположенными только на торцах магнитов. Материал арматуры рассматривается в области, далекой от глубокого насыщения. Относительная магнитная проницаемость материала считается не менее 100. Эти условия позволяют при расчете считать элементы поверхности арматуры эквипотенциальными.

На практике чаще всего постоянные магниты и арматура представлены в форме параллелепипедов. В этом случае расчет МС значительно упрощается из-за применения аналитических выражений вместо численного интегрирования. Рассмотрим пример расчета простейшей МС, представленной на рисунке 1. В данном случае система состоит из постоянного магнита, выполненного из закритического материала (SmCo_5), и арматуры, выполненной в форме параллелепипеда. Размеры магнита и арматуры (в мм) соответственно равны $4 \times 3 \times 3$ и $3 \times 12 \times 12$. Нижняя грань концентратора (А – базисная точка) расположена параллельно верхней грани магнита (северный южный полюс) на расстоянии 2 мм от последней. Координаты точки А: $X_A = 6$ мм, $Y_A = -4,5$ мм, $Z_A = 7,5$ мм. Расчет напряженности магнитного поля, вносимого арматурой, производится в точке в точке Q с постоянными координатами $X_Q = 5$ мм, $Z_Q = 1,5$ мм и координатой Y_Q , изменяющейся от $-4,5$ мм до $7,5$ мм с шагом 0,5 мм.

Расчет приведенной магнитной системы проведен методом интегральных уравнений [3] в среде Mathcad. Данная программа выбрана по ряду следующих соображений. Исключи-

тельно дружественный интерфейс позволяет сделать ход решения абсолютно прозрачным, что позволяет легко отлаживать программу. При создании математических функций разработчиками системы Mathcad использованы самые эффективные численные алгоритмы. Высокая точность численных расчетов позволяет решать системы с достаточно большим числом уравнений: 600 в данном случае.

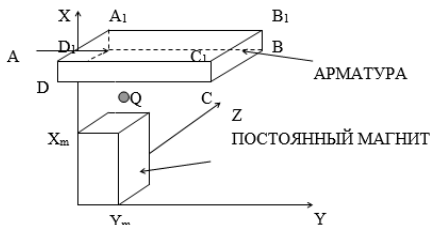
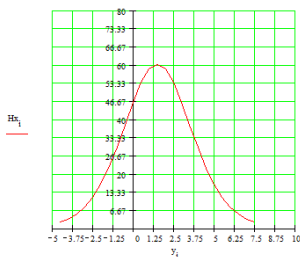


Рисунок 1 – Простейшая магнитная система

Был произведен расчет X-составляющей напряженности магнитного поля для 25 точек. По результатам построен график зависимости напряженности магнитного поля (в Эрстедах) от положения точки Q по оси Y. Координаты X_Q и Z_Q при этом оставались постоянными.



Расчет Z-составляющей напряженности поля дал нулевое значение, что согласуется с физическими соображениями. Y-составляющая имеет симметричный вид, что также имеет физическое объяснение. Более того, экспериментальная проверка (измерения напряженности поля с помощью датчика Холла) показала отличное согласие с результатами расчета. Это говорит о том, что данная методика расчета может быть применена на практике при расчете простейших МС.



ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Schumburg (Hrsg.) Sensor-Anwendungen/ B.G.Teubner Stuttgart. 1995 .P. 165 – 202.
2. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М."Наука". 1972.
3. О.А. Новицкий, А.И. Демченко. Расчет магнитных систем магнитоэлектрических датчиков на основе преобразователей Холла // Весці нацыянальнай АНБ (серыя фізіка-матэматычных навук) . 1998.№3.С.75.