

ИССЛЕДОВАНИЕ КРАЕВОГО ЭФФЕКТА В РАЗОМКНУТОМ МАГНИТОПРОВОДЕ

Чашко М.В., Мармелюк И.А.

Необходимость постановки исследования магнитопроводов связана с несколькими обстоятельствами: большой массой и стоимостью магнитной системы в системе электропитания; большими потерями мощности в магнитопроводе; нецелесообразностью теоретического исследования: из-за нелинейности характеристик: результаты теоретического исследования получаются не обладающими большей общностью и большей адекватностью, чем экспериментального.

В исследовании решены задачи получить информацию для оценки целесообразности размещения магнитопровода вдоль пути, наличия магнитопровода в энергоприемнике, оценить количественно краевой эффект в магнитопроводе энергоприёмника. Исследование выполнено на экспериментальном энергоприёмнике, описанном выше. Осуществлён полный факторный эксперимент с тремя варьируемыми параметрами на четырех уровнях.

Варьируемые параметры:

1. Коэффициент заполнения КЗ- 1/3, 1/2, 2/3, 1;
2. Ток I, А 3, 4, 5;
3. Воздушный зазор Δ , мм, 10, 20, 30.

Контролируемые параметры:

4. ЭДС в обмотке энергоприёмника, В;
5. ЭДС в линии, В.

В процессе проведения эксперимента изменялись все варьируемые параметры, при обработке каждая точка функции получена как среднее всех измерений при данном аргументе. Результаты эксперимента представлены на графике.

Зависимость ЭДС в энергоприёмнике от коэффициента заполнения магнитопровода железом (рис. 1, а) представляет собой прямую, незначительно повышающуюся при повышении коэффициента заполнения. ЭДС в линии представляет собой прямую, параллельную оси абсцисс. Отсюда следует, что изменения коэффициента заполнения в широких пределах не влияет существенно на параметры электропитания, так что есть возможность сделать магнитопровод легче.

Зависимость ЭДС в обмотке от тока энергоприёмника (рис. 1, б) существенно повышается при возрастании тока. ЭДС в линии тоже повышается, но в значительно меньшей степени, поэтому можно сделать вывод, что геометрия пазов требует совершенствования.

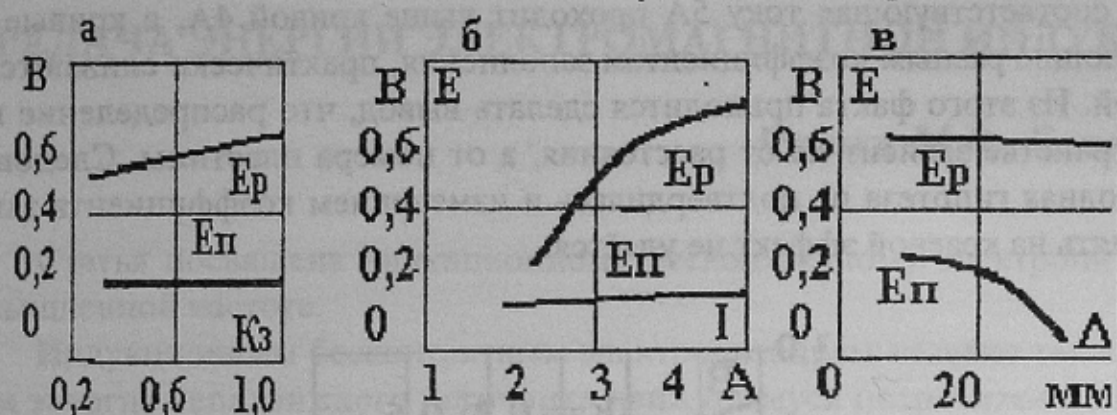


Рисунок 1 – Зависимость ЭДС в обмотке энергоприемника E_p и в линии E_n от a - коэффициента заполнения магнитопровода железом; b - тока линии; v - воздушного зазора

Зависимость ЭДС в энергоприёмнике от зазора между путевой и электровозной частями магнитопровода (рис. 1, в) представляет собой прямую, наклоненную в сторону увеличения зазора незначительно. При увеличении зазора в три раза ЭДС уменьшится на 5%. ЭДС в линии зависит от зазора существенно, но замечательно тут то, что при увеличении зазора более 30 мм ЭДС существенно не уменьшается, то есть при достаточно большом зазоре применять магнитопровод вдоль пути не имеет смысла.

В предыдущих экспериментах были обнаружены повышенные потери в торцах магнитопровода, зависящие от индукции, названные краевым эффектом. Был проведен эксперимент, посвященный его исследованию. Задача эксперимента определить, какая часть магнитопровода участвует в этом краевом эффекте. Известно, что мощность потерь пропорциональна объёму материала. Поэтому можно было надеяться, что если глубина распространения потерь ограничена, то на этом участке меньше коэффициент заполнения магнитопровода железом, то есть, уменьшив объем железа, можно снизить мощность потерь.

Эксперимент был спланирован как классический: при двух значениях тока и трёх значениях коэффициента заполнения определялась ЭДС на каждой пластине магнитопровода. Устройство экспериментальной установки было описано выше. Варьируемые параметры – ток в обмотке 4 А, 5 А; коэффициент заполнения – 1/2, 1/3, 2/3, 1; расстояние измерительной рамки от края магнитопровода в пластинах железа.

Эксперимент проводился таким образом: магнитопровод собирался с заданным коэффициентом заполнения. Устанавливался заданный ток. При этих условиях на каждой пластине магнитопровода измерялись ЭДС специальной рамкой, изготовленной по размеру пластины. Результаты представлены на рис. 2.

Графики зависимости ЭДС от номера пластины представляют собой кривые, гиперболически снижающиеся при удалении от края магнитопровода.

Кривая, соответствующая току 5А проходит выше кривой 4А, а кривые, соответствующие разным коэффициентам заполнения, практически сливаются одна с другой. Из этого факта приходится сделать вывод, что распределение потерь в пространстве зависит не от расстояния, а от номера пластины. Следовательно, исходная гипотеза не подтвердилась и изменением коэффициента заполнения влиять на краевой эффект не удаётся.

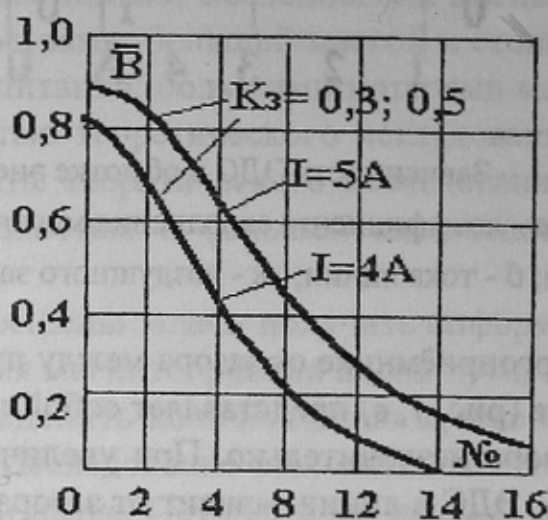


Рисунок 2 – Зависимость поперечной составляющей магнитного потока от расстояния до края магнитопровода

Из исследования сделан вывод, что в системе индукционного электропитания наличие магнитопровода вдоль пути нецелесообразно, а магнитопровод энергоприёмника может быть заполнен железом на 30-50 % меньше, чем магнитопроводы электрических машин трансформаторов.

Изменение заполнения магнитопровода железом не устраняет потери мощности в нём, а изменяет их распределение в пространстве. Потери мощности в магнитопроводe от поперечной составляющей потока могут быть устранены только применением специальных материалов, например, ферромагнитных волокон «синтра».