

**РАСЧЕТ ПОЛЯ ГЛАВНЫХ ПОЛЮСОВ В ЗОНЕ КОММУТАЦИИ
С УЧЕТОМ НАСЫЩЕНИЯ МАГНИТОПРОВОДА****Э. Г. Чеботков, А. И. Скороспешкин**

(Рекомендована научным семинаром кафедр электрических машин и общей электротехники)

На коммутационную устойчивость машин постоянного тока с глубоким регулированием скорости значительное влияние оказывает поле рассеяния главных полюсов, поскольку такие машины работают и в режимах сильного насыщения. Насыщение магнитной системы усиливает влияние поля главных полюсов на коммутацию, так как скорость вращения при этом падает несколько медленнее роста н. с. главного полюса, что, соответственно, вызывает увеличение э. д. с. вращения коммутируемых секций от поля главных полюсов.

Отсюда очевидна необходимость учета поля главных полюсов в расчете коммутации, особенно при насыщении магнитной системы.

Существующие методы расчета магнитных полей рассеяния применимы лишь при ненасыщенной магнитной системе.

В [1] разработан метод расчета поля главных полюсов в зоне коммутации в виде определения параметров силовых трубок и их магнитных сопротивлений в зависимости от геометрии машины. Там же отмечено, что снижение потенциала наконечника полюсного башмака относительно потенциала полюса до 50% приводит к изменению картины поля и параметров силовых трубок не более чем на 10%. Следовательно, метод [1] применим для насыщенной магнитной системы при условии известного распределения потенциала по полюсному наконечнику.

Распределение потенциала по полюсному наконечнику можно рассчитать, применяя номографический метод Бенедикта [2].

Порядок расчета поля рассеяния главного полюса в нейтральной зоне при учете насыщения стали магнитопровода принимается следующим:

I. Определение распределения магнитного потенциала по полюсному наконечнику. Оно включает:

1. Построение номограмм для сортов стали, применяемых для магнитопровода данной машины.

2. Пренебрегая магнитным сопротивлением полюсного наконечника, определяются для заданного значения н. с. главного полюса потоки через участки полюсного наконечника I, II, III (рис. 1) и приближенные значения падений магнитного потенциала в указанных участках полюсного наконечника.

3. Уточняются приближенные значения падения магнитного потенциала в полюсном наконечнике.

Исходя из н. с. главного полюса и рассчитанных значений падения магнитного потенциала, рассчитывается распределение магнитного потенциала по полюсному наконечнику.

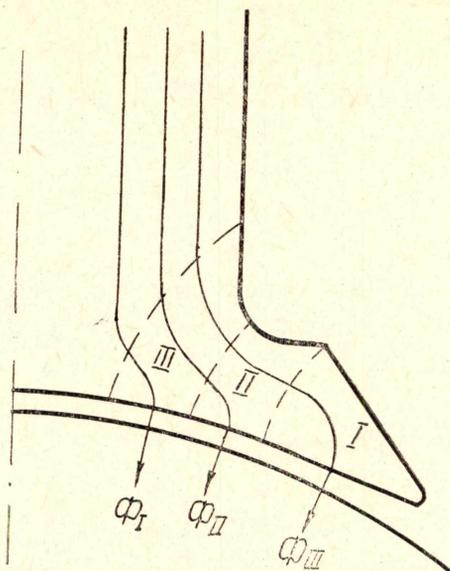


Рис. 1

II. Расчет поля рассеяния главного полюса в нейтральной зоне.

Расчет включает:

1. Согласно выражениям (5—8) [1] определяются параметры силовых трубок для геометрии данной машины.
2. По выражениям (1—2) [1], с учетом распределения магнитного потенциала по полюсному наконечнику, определяется индукция в воздушном зазоре нейтральной зоны.

По указанному методу был проведен расчет поля главных полюсов в нейтральной зоне машины П51 со следующими параметрами геометрии:

$b_{\text{кр.г.п.}} = 2,5 \text{ мм}$ — воздушный зазор под краем главного полюса,

$b_w = 2,5 \text{ мм}$ — воздушный зазор под центром добавочного полюса,

$b_w = 22 \text{ мм}$ — ширина добавочного полюса,

$D_a = 162,5 \text{ мм}$ — диаметр якоря.

Расчет проводился для токов возбуждения 0,8; 1; 1,2; 1,4 а, которые, как видно из кривой намагничивания машины (рис. 2), соответствуют насыщенной магнитной системе.

Результаты расчета по определению падения магнитного потенциала в полюсном наконечнике сведены в табл. 1, где

i_b — ток возбуждения,

R_{oc} — н. с. главного полюса,

$R_{нI}, R_{нII}, R_{нIII}$ — падения магнитного потенциала на участках I, II, III полюсного наконечника,

$R_{оуI}$ — падение магнитного потенциала в слое зубцы—воздушный зазор под участком I полюсного наконечника.

Из представленных данных табл. 1 следует, что основная доля н. с. главного полюса расходуется на проведение потока через слой воздушный зазор-зубцы в виде падения магнитного потенциала $R_{оуI}$. На проведение потока через наконечник главного полюса расходуется для данной машины при токах возбуждения 1—1,4 а от 10 до 20 процентов н. с. обмотки возбуждения, что, соответственно, снижает магнитный потенциал полюсного наконечника и величину поля в нейтральной зоне.

Основное падение магнитного потенциала в полюсном наконечнике приходится на участки III и II (рис. 1). Падение магнитного потенциала на участке I полюсного наконечника незначительно, так в данном случае оно не превышает 1% н. с. обмотки возбуждения. Последнее

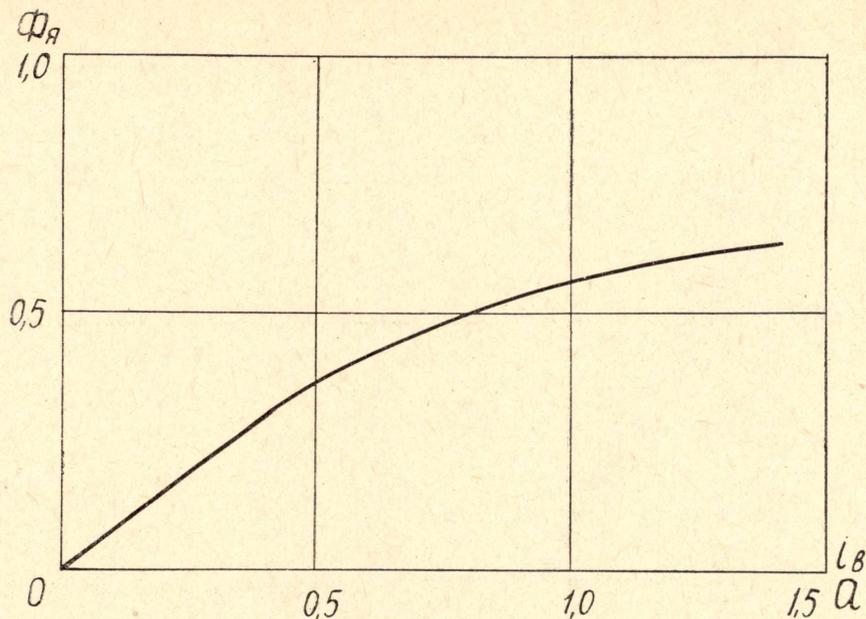


Рис. 2

объясняется тем, что через участок III проходят потоки Φ_{III} , Φ_{II} и Φ_I , через участок II — потоки Φ_{II} и Φ_I , через участок I — поток Φ_I и, соответственно, участки III и II более насыщены и на них приходится большее падение магнитного потенциала, чем на участок I. Этим подтверждается возможность расчета поля главного полюса в нейтральной зоне при насыщении магнитной системы изложенным выше методом, поскольку силовые трубки поля главных полюсов в нейтральной зоне, опирающихся на незначительную часть полюсного наконечника, не изменяют своих параметров, так как магнитный потенциал участка I полюсного наконечника фактически постоянен по его длине.

Результаты расчета поля в нейтральной зоне для машины П51 представлены на рис. 3 в виде кривых 1, 2, 3, 4, соответствующих токам возбуждения 0,8; 1; 1,2; 1,4 а.

Для проверки достоверности данного метода расчета поля с учетом насыщения был проведен эксперимент по определению индукции в межполюсном промежутке машины П51.

Распределение индукции снималось с помощью датчика э. д. с. Холла, закрепленного на зубце якоря. Экспериментальные данные представлены на рис. 3 в виде точек.

Анализ представленных данных рис. 3 показывает, что расхождение эксперимента и расчета не превышает 10%.

Результатами данной работы подтверждена возможность расчета поля главных полюсов в зоне коммутации при насыщенной магнитной системе, используя [1] и [2].

Проведенные расчеты и эксперименты позволяют сделать вывод о необходимости учета насыщения полюсного наконечника, поскольку падение магнитного потенциала в них может достигать 10÷20% от н. с. главного полюса.

Величина поля главных полюсов в зоне коммутации может быть значительной, поскольку ширина коммутационной зоны выбирается несколько шире добавочного полюса. Так, при имевших место в данных расчетах токах возбуждения поле главных полюсов в начале и конце коммутационной зоны достигает 500÷600 гс. Эта величина поля соответствует началу коммутационной зоны — 81° машины П51 (рис. 3), сравнима с полем добавочного полюса и может оказывать существенное влияние на характер коммутационного процесса.

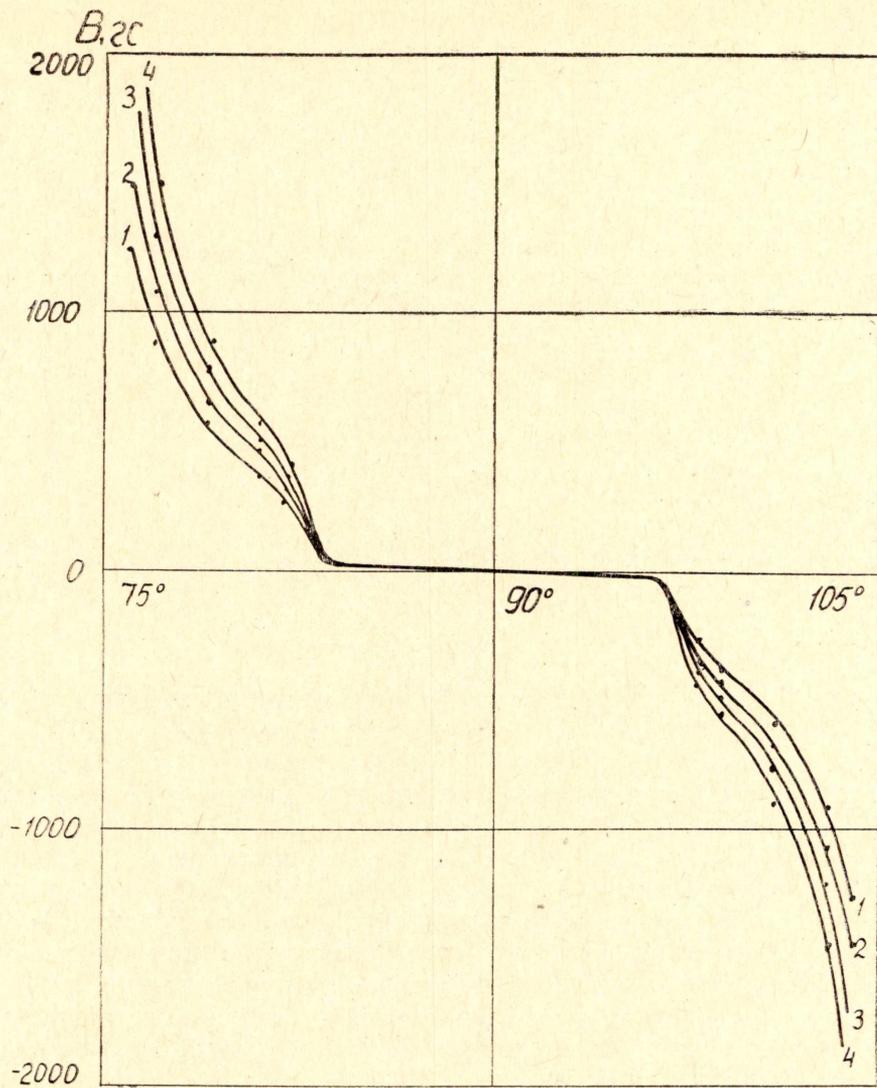


Рис. 3

Таблица I

| i_B | P_{oc} | P_I | P_{II} | P_{III} | P_{ouI} |
|-------|----------|-------|----------|-----------|-----------|
| 0,8 | 1200 | 4,08 | 10,5 | 46,8 | 1142 |
| 1,0 | 1500 | 7,25 | 53 | 108 | 1334 |
| 1,2 | 1800 | 9,1 | 102,5 | 151 | 1542 |
| 1,4 | 2100 | 12,5 | 154 | 213 | 1730 |

ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Скороспешкин, Э. Г. Чеботков. Расчет поля главных полюсов в зоне коммутации машин постоянного тока серии П. «Известия ТПИ», т. 190, 1968.
2. О. В. Бенедикт. Номографический метод расчета сложных сильно насыщенных магнитных цепей электрических машин. ГЭИ, 1953.