

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗМАГНИЧИВАНИЯ ГЕНЕРАТОРА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Плотников С.М., Колмаков О.В.

Ключевые слова: генератор постоянного тока, остаточная ЭДС, гистерезис.

Аннотация. Экспериментально определены величина переменного напряжения, время его приложения и темп спада, необходимые для максимального размагничивания магнитопровода генератора постоянного тока. Получены зависимости остаточной ЭДС от величины размагничивающего напряжения при его мгновенном и плавном снятии. Результаты эксперимента могут быть использованы для корректного проведения опыта холостого хода.

EXPERIMENTAL STUDIES OF DEMAGNETIZATION DC GENERATOR

Plotnikov S.M., Kolmakov O.V.

Keywords: transformer, losses in steel, losses in copper.

Abstract. The magnitude of the alternating voltage, the time of its application, and the decay rate necessary for maximum demagnetization of the magnetic circuit of the DC generator are experimentally determined. The dependences of the residual EMF on the magnitude of the demagnetizing voltage during its instantaneous and smooth removal are obtained. The results of the experiment can be used to correctly conduct the experiment idling.

Магнитная система машин постоянного тока, как правило, намагничена вследствие предыдущих включений. Размагничивание необходимо, в частности, для корректного проведения опыта холостого хода.

Основной способ размагничивания заключается в воздействии на магнитопровод статора переменным магнитным полем с уменьшающейся амплитудой. При этом магнитное состояние магнитопровода будет меняться по частным петлям гистерезиса уменьшающегося размаха вплоть до превращения петли гистерезиса практически в точку, соответствующую $H \approx 0$ и $B \approx 0$ (здесь H – напряженность, А/м; B – индукция магнитного поля, Тл) [1]. Такое поле создают, подключая к обмотке возбуждения машины напряжение переменного тока, в частности, стандартной частоты.

При этом необходимо знать амплитуду переменного напряжения (тока), при которой происходит наиболее интенсивное размагничивание системы, время воздействия этим напряжением и темп спада воздействия. Для конкретной электрической машины эти три параметра могут быть определены экспериментально при помощи измерения остаточной ЭДС машины, которая пропорциональна остаточной индукции B_r и остаточной намагниченности J_r . Величина остаточной намагниченности определяется точкой пересечения петли гистерезиса с осью магнитной индукции ферромагнетика [2].

В эксперименте использовалась входящая в машинный агрегат лабораторного стенда «Динар» машина постоянного тока ПЛ-10, со следующими паспортными данными: мощность $P_n = 90$ Вт; напряжение якоря $U_n = 220$ В; ток якоря $I_{ян} = 0,56$ А; КПД $\eta_n = 57,2\%$; напряжение возбуждения $U_b = 220$ В; ток возбуждения $I_{вн} = 0,2$ А. Схема опыта представлена на рисунке 1.

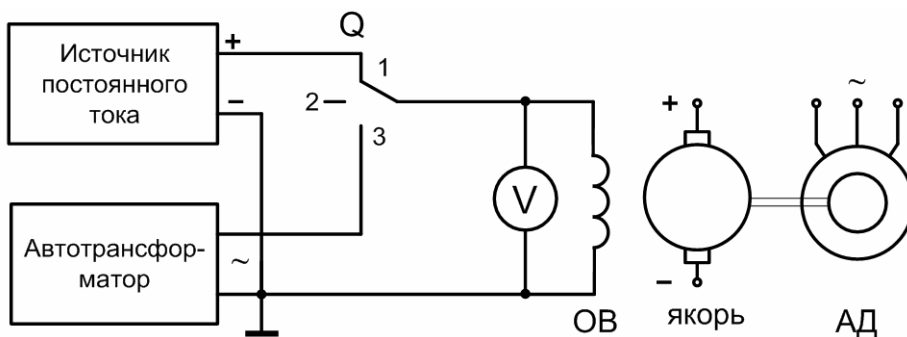


Рис. 1. Электрическая схема опыта

Положение «1» переключателя Q соответствует намагничиванию магнитопровода, положение «2» – паузе для установки режима, положение «3» – размагничиванию с измерением остаточного намагничивания. Якорь генератора вращали с угловой скоростью 1450 об/мин в течение всех опытов при помощи асинхронного двигателя. Намагничивание до полного насыщения магнитопровода осуществлялось приложением к обмотке возбуждения номинального напряжения постоянного тока 220 В в течение пяти секунд. После установки переключателя в положение «2» вольтметр во всех измерениях показывал остаточную ЭДС $E_0 = 4,0$ В.

Все опыты проводились в режиме холостого хода генератора (при разомкнутой цепи якоря). Каждое измерение дублировалось. Усредненные результаты измерений представлены в таблицах 1, 2.

Табл. 1. Остаточная ЭДС после мгновенного снятия напряжения

Действующее значение напряжения, В		10	30	60	90	120	150
Время приложения напряжения, с	1	3,83	3,40	2,74	2,17	1,35	0,52
	5	3,68	3,06	2,45	1,59	1,05	0,30
	10	3,62	3,01	2,18	1,52	0,98	0,28

Результаты измерений представленные на рисунке 1 показывают, что размагничивающий эффект пропорционален величине приложенного к обмотке возбуждения переменного напряжения и слабо возрастает с ростом времени воздействия. При приложении переменного напряжения 150 В в течение 10 с магнитопровод размагничивается на 97%.

Плавное снижение напряжения производилось регулятором автотрансформатора. Усредненные по двум опытам результаты измерений представлены в таблице 2 и на рисунке 3.

По сравнению с мгновенным снятием напряжения, плавное снижение напряжения дает лишь незначительное усиление размагничивающего эффекта. Наиболее интенсивное размагничивание наблюдается в первые две секунды воздействия: если за этот период магнитопровод размагничивается в среднем на 25%, то в течение следующих восьми секунд – еще на 15%.

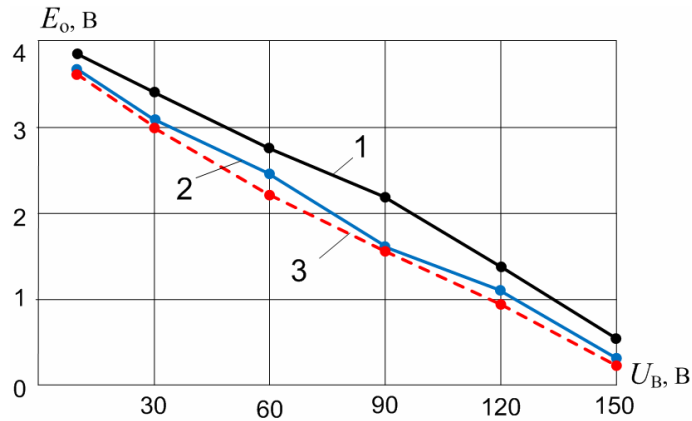


Рис. 2. Зависимость остаточной ЭДС от величины напряжения, приложенного в течение: 1 – 1 с; 2 – 5 с; 3 – 10 с (мгновенное снятие)

Табл. 2. Остаточная ЭДС после плавного снижения напряжения

Начальное значение напряжения, В		10	30	60	90
Время снижения напряжения до нуля, с	1	3,54	3,38	2,72	2,32
	2	3,04	2,56	2,36	1,59
	5	2,97	2,21	2,24	1,51
	10	3,58	2,17	2,05	1,32

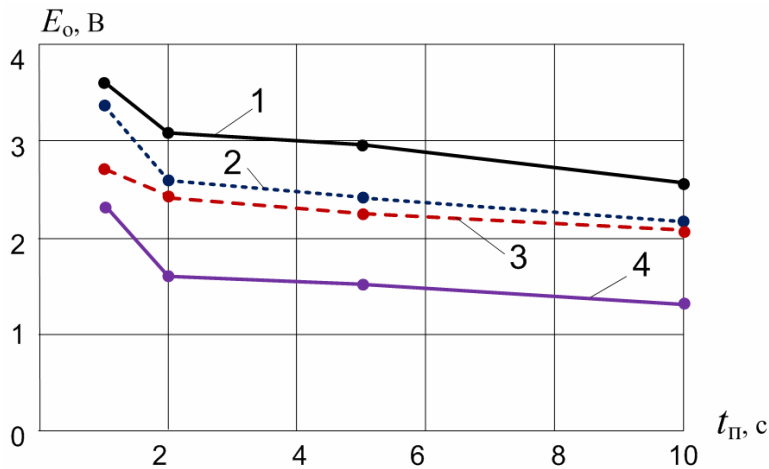


Рис. 3. Зависимость остаточной ЭДС от времени плавного снижения напряжения с начальным значением: 1 – 10 В; 2 – 30 В; 3 – 60 В; 4 – 90 В

Результаты представленных экспериментов позволяют определить значение остаточной намагниченности машины, эффективно размагнитить ее магнитопровод без излишних затрат электроэнергии и могут быть использованы для корректного снятия одной из трех основных характеристик генератора постоянного тока - характеристики холостого хода.

Список литературы

1. Чечерников В.И. Магнитные измерения. – М.: МГУ, 1969 – 388 с.
2. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. – М.: Наука, 2010. – 464 с.

References

1. Chechernikov V.I. Magnetic measurements. – M.: Moscow State University, 1969. – 388 p.
2. Matveev A.N. Electricity and magnetism. – M.: Science, 2010. – 464 p.

Плотников Сергей Михайлович – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры Систем обеспечения движения поездов, smpplotnikov@rambler.ru	Plotnikov Sergey Mikhailovich – doctor of technical sciences, associate professor, professor of the department of Systems for train traffic, smpplotnikov@rambler.ru
Колмаков Олег Витальевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой Систем обеспечения движения поездов, kolmakov53@mail.ru	Kolmakov Oleg Vitalievich – candidate of technical sciences, associate professor, head of the department of Systems for train traffic, kolmakov53@mail.ru
Красноярский институт железнодорожного транспорта, г. Красноярск, Россия	Krasnoyarsk Institute of railway transport, Krasnoyarsk, Russia

Received 27.01.2020