

К. И. Шенфер

**Динамомашины и двигатели
постоянного тока**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 62
ББК 30.6
К11

К11 **К. И. Шенфер**
Динамомшины и двигатели постоянного тока / К. И. Шенфер – М.: Книга
по Требованию, 2012. – 439 с.

ISBN 978-5-458-25343-7

Книга посвящена динамомшинам и двигателям постоянного тока.

ISBN 978-5-458-25343-7

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2012

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2012

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

| | | |
|-------|---|----|
| § 30. | Реакция якоря при щетках, смещенных относительно геометрической нейтральной | 80 |
| § 31. | Компенсирющие обмотки | 81 |

ГЛАВА ПЯТАЯ

Коммутация

| | | |
|-----|---|-----|
| 32. | Общие представления и обозначения | 82 |
| 33. | Коммутация при $b = \beta$ и очень малой окружной скорости ($v \approx 0$) | 83 |
| 34. | Коммутация при $v \neq 0$ | 86 |
| 35. | Плотность тока в контакте щетки | 88 |
| 36. | Причина искрения | 89 |
| 37. | Общий вид искрящей щетки | 90 |
| 38. | Современная точка зрения на процессы искрения в коллекторе | 91 |
| 39. | Удельная магнитная проводимость паза | 94 |
| 40. | Ускоренная коммутация | 95 |
| 41. | Электродвижущая сила самоиндукции | 96 |
| 42. | Коммутация при $b > \beta$ | 97 |
| 43. | Реактивное напряжение | 98 |
| 44. | Явления взаимоиנדукции при коммутации | 99 |
| 45. | Обмотки с малым укорочением шага | 101 |
| 46. | Неодинаковые условия коммутации в разных секциях | 105 |
| 47. | Разность потенциалов между двумя смежными коллекторными пластинами | 106 |
| 48. | Потоки, создаваемые короткозамкнутой секцией | 108 |
| 49. | Суммарный поток, создаваемый короткозамкнутой секцией | 112 |
| 50. | Поток, создаваемый торцевыми частями к. з. секции | 113 |
| 51. | Электродвижущая сила, индуктированная в секции колебаниями потока рассеяния в момент коммутации | 114 |

ГЛАВА ШЕСТАЯ

Способы улучшения коммутации

| | | |
|-----|---|-----|
| 52. | Увеличение сопротивления короткозамкнутой секции | 116 |
| 53. | Вспомогательные щетки | 118 |
| 54. | Смещение щеток | — |
| 55. | Дополнительные полюса | 120 |
| 56. | Приблизительный расчет дополнительных полюсов | 121 |
| 57. | Число дополнительных полюсов | 122 |
| 58. | Магнитное рассеяние дополнительных полюсов | 123 |
| 59. | Коммутация при толчкообразной нагрузке | 124 |
| 60. | Дополнительные полюса с двойным воздушным зазором | 128 |
| 61. | Допускаемая величина реактивного напряжения | 129 |
| 62. | Выбор величины магнитной индукции под дополнительным полюсом для машин с резко изменяющейся нагрузкой | — |
| 63. | Следование полярности дополнительных полюсов | — |
| 64. | Влияние величины реактивного напряжения | 130 |
| 65. | Машины без дополнительных полюсов | — |
| 66. | Пазовый демпфер | 131 |
| 67. | Пазовый демпфер по Дрейфусу | — |
| 68. | Другие системы возбуждения дополнительных полюсов | 132 |
| 69. | Величина реактивного напряжения | 134 |
| 70. | Влияние падения напряжения в щеточном контакте | 135 |

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

Экспериментальное исследование коммутации

| | | |
|-------|---|-----|
| § 71. | Опытное исследование коммутации по методу потенциальной диаграммы | 136 |
| § 72. | Регулировка дополнительных полюсов по методу „безыскровой зоны“ | 139 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 73. | Коллекторная потенциальная кривая | 142 |
| 74. | Другой вид потенциальной диаграммы | 144 |
| 75. | Опыты Арнольда | 145 |
| 76. | Метод автора опытного нахождения кривой реактивного напряжения | — |
| 77. | Контактное сопротивление щеток | 147 |
| 78. | Политура на коллекторе | 149 |
| 79. | Часть потенциальной кривой под щетками (щеточная диаграмма коммутации) | 150 |

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

Опыты автора

| | | |
|-----|---|-----|
| 80. | Распределение тока в различных частях контактной поверхности щетки | 152 |
| 81. | Распределение тока между различными щетками, сидящими на общем болте | 154 |
| 82. | Явление неодинакового распределения тока между щетками, сидящими на общем болте; объяснение явления автором | 155 |

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

Коллектор и щетки

| | | |
|-----|---|-----|
| 83. | О рациональном расположении щеток на коллекторе | 157 |
| 84. | Токораспределение между одноименными щеткодержателями волновой и петлевой обмоток | 158 |
| 85. | Подвод тока к щеточному стержню | 159 |
| 86. | Выбор плотности тока в щетках | 160 |

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

Возбуждение

| | | |
|-----|--|-----|
| 87. | Независимое возбуждение | 162 |
| 88. | Последовательное возбуждение | — |
| 89. | Параллельное возбуждение | 163 |
| 90. | Смешанное и другие системы возбуждения | 164 |

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ

Характеристики генератора постоянного тока

| | | |
|-----|---|-----|
| 91. | Характеристики генератора независимого возбуждения | 165 |
| 92. | Характеристики генератора последовательного возбуждения | 172 |
| 93. | Характеристические кривые шунтового генератора | 173 |
| 94. | Характеристики генератора смешанного возбуждения | 176 |

ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ

Параллельная работа генераторов постоянного тока

| | | |
|-----|--|-----|
| 95. | Параллельная работа генераторов последовательного возбуждения | 177 |
| 96. | Параллельная работа шунтовых генераторов | 178 |
| 97. | Параллельная работа машин смешанного возбуждения | 180 |
| 98. | Явление „качаний“, наблюдаемое в цепи генератора последовательного возбуждения, питающего двигатель независимого возбуждения | 182 |

ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ

Параллельная работа машин большой мощности

| | | |
|-----|---|-----|
| 99. | Средства для увеличения равномерности распределения нагрузки между параллельно работающими генераторами | 184 |
|-----|---|-----|

Буферные машины

| | | |
|------|---|-----|
| 100. | Работа аккумуляторной батареи в качестве „буфера“ | 186 |
| 101. | Буферная машина Гайфильда | 187 |
| 102. | Буферная машина Пирани | 189 |
| 103. | Буферная машина проф. Сагулка | 190 |
| 104. | Предохранение аккумуляторной батареи и динамомашин, работающих параллельно | 191 |
| 105. | Затруднения, возникающие при работе компаундного генератора параллельно с аккумуляторной батареей | 192 |

ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ

Машины для питания трехпроводных сетей

| | | |
|------|---|-----|
| A. | Трехпроводная сеть | 195 |
| 105. | Делительные машины | 196 |
| 107. | Величина напряжений U_1 и U_2 уравнительных машин | 197 |
| 108. | Смешанное возбуждение уравнительных машин | 198 |
| B. | Генераторы для питания трехпроводных сетей | 199 |
| 109. | Прежние конструкции | — |
| 110. | Динамомашин для трехпроводной сети с делителем напряжения Доливо-Добровольского | 200 |
| 111. | Другие системы трехпроводных машин | 202 |

ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ

Машины со специальными характеристиками

| | | |
|------|--|-----|
| 112. | Электрические машины для электрической сварки на постоянном токе | 203 |
| 113. | Машины для электрической сварки Кремера | 204 |
| 114. | Сварочная динамомашин Американской всеобщей электрической компании | 206 |
| 115. | Сварочный агрегат Вестингауза | 209 |
| 116. | Сварочная машин Розенберга | 210 |
| 117. | Машины для освещения железнодорожных поездов | 215 |
| 118. | Схема для освещения железнодорожных поездов по системе Акермана (с „двигателем-регулятором“) | 221 |

ГЛАВА СЕМНАДЦАТАЯ

Высоковольтные машины постоянного тока

| | | |
|------|--|-----|
| 119. | Введение | 223 |
| 120. | Выбор числа пазов | — |
| 121. | Выбор числа полюсов | 224 |
| 122. | Опытные методы обнаружения пульсаций магнитного потока машин | 225 |
| 123. | Средства для уменьшения пульсаций напряжения на коллекторе | — |
| 124. | Коммутация в высоковольтных машинах | 226 |
| 125. | Затруднения коммутации в высоковольтных и быстроходных машинах | — |
| 126. | Явление „кругового огня“ на коллекторе | 228 |
| 127. | Картина возникновения „кругового огня“ | 229 |
| 128. | Влияние полярности щеток | 231 |
| 129. | Защита от кругового огня | 233 |
| 130. | Размеры коллектора | 234 |
| 131. | Методы борьбы с круговым огнем | 235 |
| 132. | Экран Якоби | 237 |
| 133. | Коллектор высоковольтных машин | 339 |
| 134. | Изоляция высоковольтных машин постоянного тока | — |
| 135. | Магнитная система высоковольтных машин | 240 |
| 136. | Примеры выполнения высоковольтных машин | 241 |

ГЛАВА ВОСЕМНАДЦАТАЯ

Двигатели постоянного тока

| | | |
|---|---|-----|
| § | 137. Движение проводника, обтекаемого током, в равномерном магнитном поле | 241 |
| § | 138. Механизм взаимодействия между проводником, заложенным в паз, и магнитным потоком | 243 |
| § | 139. Обратимость электрических машин постоянного тока | 244 |
| § | 140. Работа машин в качестве генераторов и двигателей | 245 |
| § | 141. Реверсирование двигателей | 246 |
| § | 142. Величина крутящего момента двигателя постоянного тока | — |

ГЛАВА ДЕВЯТНАДЦАТАЯ

Пуск в ход двигателей постоянного тока

| | | |
|---|--|-----|
| § | 143. Явления, происходящие при пуске в ход двигателей постоянного тока | 249 |
| § | 144. Величина тока короткого замыкания | 250 |
| § | 145. Пусковые схемы | 251 |
| § | 146. Схема соединения двигателя с пусковым реостатом, осуществляемая на практике | 253 |
| § | 147. Ошибочная схема соединения шунтового двигателя с пусковым реостатом | — |
| § | 148. Пускорегулирующий реостат шунтового двигателя | 254 |
| § | 149. Пускорегулирующий реостат серийного двигателя | 255 |
| § | 150. Пусковой реостат с максимальным и минимальным реле для шунтового двигателя | — |
| § | 151. Автоматические пусковые реостаты | 256 |

ГЛАВА ДВАДЦАТАЯ

Работа двигателей постоянного тока

| | | |
|---|---|-----|
| § | 152. Шунтовой двигатель | 257 |
| § | 153. Двигатель последовательного возбуждения | 261 |
| § | 154. Двигатель смешанного возбуждения | 265 |
| § | 155. Двигатель с противокомпаундным возбуждением | — |
| § | 156. Двигатель с постоянным числом оборотов | 266 |
| § | 157. Работа двигателей шунтового и смешанного возбуждения с маховиком | 267 |

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ПЕРВАЯ

Регулирование скорости, реверсирование и торможение двигателей

| | | |
|---|---|-----|
| § | 158. Различные способы регулирования скорости | 269 |
| § | 159. Первый способ регулирования скорости двигателя (изменение числа активных проводов якоря N) | 270 |
| § | 160. Кажущийся парадокс | — |
| § | 161. Второй способ регулирования скорости двигателя (изменение напряжения на зажимах U) | 271 |
| § | 162. Третий способ регулирования скорости двигателя (изменение величины потока возбуждения Φ) | 274 |
| § | 163. Способ изменения величины магнитного потока возбуждения | 275 |
| § | 164. Изменение направления вращения двигателей | 277 |
| § | 165. Электрическое торможение двигателей постоянного тока | 278 |
| § | 166. Реостатное торможение с „демпферной“ машиной | 282 |
| § | 167. Регулирование скорости и электрическое торможение | 283 |
| § | 168. Регулирование скорости трамвайных двигателей | 285 |
| § | 169. Совместная работа двигателей шунтового и последовательного возбуждений | 286 |

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ВТОРАЯ

Другие методы пуска в ход и регулирования скорости двигателей

| | | |
|------|---|-----|
| 170. | Схема Леонарда | 288 |
| 171. | Регулирование скорости при помощи вольтодобавочной динамомашини | 289 |
| 172. | Автоматический пуск в ход двигателей постоянного тока при посредстве вольтодобавочной машины | 290 |
| 173. | „Буферные“ схемы для выравнивания переменных нагрузок | 291 |
| 174. | Схемы для пуска в ход и регулирования скорости больших двигателей (увеличение быстроты изменения магнитного потока возбуждения больших машин) | 295 |

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ТРЕТЬЯ

Рекуперация электрической энергии при тяге на постоянном токе

| | | |
|------|---|-----|
| 175. | Введение | 299 |
| 176. | Условия устойчивости при электрическом торможении | — |
| 177. | Классификация рекуперативных схем | 302 |
| 178. | Соединение № 1 | — |
| 179. | Соединение № 2 | 303 |
| 180. | Соединение № 3 | 304 |
| 181. | Соединение № 4 | — |
| 182. | Соединение № 4a | 307 |
| 183. | Соединение № 4b | 308 |
| 184. | Соединение № 5 | 309 |
| 185. | Соединение № 6 | 310 |
| 186. | Соединение № 7 (самовозбуждение) | 311 |
| 187. | Сравнение всех систем | 312 |
| 188. | Двигатели смешанного возбуждения для тяги | — |
| 189. | Рекуперация по системе Соманни | 313 |

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ЧЕТВЕРТАЯ

Потери в электрических машинах

| | | |
|------|---|-----|
| 190. | Зависимость между мощностью машины и потерями энергии | 314 |
| 191. | Потери на гистерезис в сердечнике якоря | — |
| 192. | Формула для подсчета потерь на гистерезис | 315 |
| 193. | Вихревые токи, появляющиеся в железе якоря при его вращении | 316 |
| 194. | Формулы для подсчета потерь на токи Фуко | 317 |
| 195. | Формула для подсчета суммарных потерь в железе | — |
| 196. | Потери на гистерезис и вихревые токи в сердечнике якоря (индекс <i>a</i>) | 318 |
| 197. | Потери на гистерезис и вихревые токи в зубцах якоря (индекс <i>z</i>) | 319 |
| 198. | Влияние механической обработки на потери в железе | — |
| 199. | Тепловые потери в обмотке возбуждения | 320 |
| 200. | Тепловые потери в обмотке якоря („потери меди“) | — |
| 201. | Тепловые потери в щеточном контакте на коллекторе | 321 |
| 202. | Вихревые потери в полюсных башкаках, проводах якоря и изолированных болтах; меры для уменьшения этих потерь | 326 |
| 203. | Влияние магнитного насыщения зубцов на величину потока, заходящего из главных полюсов в паз | 328 |
| 204. | Потери на вихревые токи в болтах якоря | — |
| 205. | Вихревые токи в меди коллектора | 329 |
| 206. | Вихревые потери в меди якоря, вызванные потоками коммутации | 330 |
| 207. | Учет дополнительных потерь | — |
| 208. | Механические потери | — |
| 209. | Коэффициент полезного действия | 333 |

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ПЯТАЯ

Нагревание машин

| | | |
|------|--|-----|
| 210. | Влияние нагревания на продолжительность службы изоляции | 334 |
| 211. | Изменение температуры нагрева электрической машины в функции времени | — |
| 212. | Классификация изолирующих материалов | 336 |
| 213. | Эмпирические формулы для подсчета перегрева машины | 337 |
| 214. | Нагревание катушек электромагнитов | — |
| 215. | Нагревание якоря | 340 |
| 216. | Нагрев коллектора | 341 |

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ШЕСТАЯ

Вентиляция

| | | |
|------|---|-----|
| 217. | Расчет вентиляции машины | 342 |
| 218. | Конструкция вентилятора | 343 |
| 219. | Двигатели закрытого типа | 344 |
| 220. | Машины с охлаждаемой станиной | 347 |

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ СЕДЬМАЯ

Конструкция электрических машин постоянного тока

| | | |
|------|-----------------------------------|-----|
| 221. | Вал | 348 |
| 222. | Железо якоря | — |
| 223. | Обмотка якоря | 351 |
| 224. | Коллектор | 352 |
| 225. | Щетки и щеткодержатели | 353 |
| 226. | Полюса и станина | 354 |
| 227. | Катушки электромагнитов | 356 |

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ВОСЬМАЯ

О расчете электрических машин

| | | |
|------|--|-----|
| 228. | Расчетные варианты | 360 |
| 229. | Главные размеры машины | 361 |
| 230. | Расчетная длина якоря | — |
| 231. | Расчетная величина полюсной дуги | 362 |
| 232. | Величина магнитного потока, выходящего из одного полюса | 363 |
| 233. | Основное уравнение для расчета главных размеров машины | — |
| 234. | Эмпирическая формула для быстрого и приблизительного определения диаметра машины | 365 |
| 235. | Физический смысл основного уравнения | 366 |
| 236. | Зависимость между диаметром машины и крутящим моментом | — |
| 237. | Влияние быстроходности на размеры машины | 367 |
| 238. | Влияние коэффициента магнитного перекрытия σ_f | 368 |
| 239. | Влияние величины B_l на размеры машин | 369 |
| 240. | Влияние AS на размеры машин | 370 |
| 241. | Влияние AS на коммутацию | — |
| 242. | Влияние AS и s_a на нагрев машины | — |
| 243. | Влияние величины AS и B_l на к. п. д. машины; два типа машин | 371 |
| 244. | Влияние величины диаметра якоря на допускаемые величины B_l и AS | 372 |
| 245. | Современные тенденции при проектировании машин | 373 |
| 246. | Выбор величины магнитной индукции в воздушном зазоре B_l при проектировании машины | — |
| 247. | Выбор величины линейной нагрузки якоря AS | 374 |
| 248. | Выбор длины якоря l_l | — |
| 249. | Влияние числа полюсов $2p$ на внешние размеры машины | 375 |
| 250. | Машиная постоянная | 377 |
| 251. | Физический смысл постоянной C ; удельное тяговое усилие | 379 |
| 252. | Зависимость к. п. д. машины от ее размеров и быстроходности | 382 |
| 253. | Предельная мощность машины постоянного тока | — |

ГЛАВА ДВАДЦАТЬ ДЕВЯТАЯ

Расчет якоря и коллектора

| | |
|---|-----|
| 254. Основные данные | 385 |
| 255. Выяснение главных размеров машин | — |
| 256. Суммарная длина якоря | 386 |
| 257. Выбор системы обмотки якоря | — |
| 258. Число проводов обмотки якоря (предварительная величина) | 387 |
| 259. Сечение проводов обмотки якоря | 388 |
| 260. Диаметр коллектора | 389 |
| 261. Щетки | — |
| 262. Длина коллектора | 390 |
| 263. Разность потенциалов между смежными коллекторными пластинами | — |

ГЛАВА ТРИДЦАТАЯ

Выяснение размеров зубцов и сердечника якоря

| | |
|--|-----|
| 264. Число пазов | 392 |
| 265. Наиболее удобная ширина паза | 393 |
| 266. Глубина паза | 394 |
| 267. Влияние величины диаметра якоря на глубину паза | — |
| 268. Объем тока в пазу | 395 |
| 269. Расчет зубцов | — |
| 270. Высота сердечника якоря | 396 |

ГЛАВА ТРИДЦАТЬ ПЕРВАЯ

Полюса и сердечники

| | |
|--|-----|
| 271. Выбор величины воздушного промежутка δ | 397 |
| 272. Длина дуги полюсного наконечника b | 398 |
| 273. Осевая длина полюсного наконечника l_p | 399 |
| 274. Высота сердечников электромагнитов; предварительный расчет размеров катушек возбуждения | — |
| 275. Сечение сердечников электромагнитов и ярма | 401 |
| 276. Выбор величины B_m и B_j | — |
| 277. Расчет шунтовой обмотки возбуждения | 402 |
| 278. Расчет последовательной обмотки возбуждения | 404 |
| 279. Расчет обмотки смешанного возбуждения | — |

ГЛАВА ТРИДЦАТЬ ВТОРАЯ

Расчет дополнительных полюсов

| | |
|--|-----|
| § 280. Магнитная индукция в воздушном промежутке под дополнительным полюсом | 405 |
| § 281. Кривая магнитной индукции в воздушном промежутке под дополнительным полюсом | 406 |
| § 282. Поток дополнительного полюса | — |
| § 283. Сечение дополнительного полюса | 407 |
| § 284. Путь силового потока дополнительного полюса | — |

ГЛАВА ТРИДЦАТЬ ТРЕТЬЯ

Пример расчета генератора шунтового возбуждения

1. Якорь

| | |
|---|-----|
| 1. Сила тока в якоря | 408 |
| 2. Основные размеры | — |
| 3. Конструктивная длина якоря | 409 |
| 4. Число проводов в якоря | 411 |
| 5. Число пазов | — |

| | <i>Стр.</i> |
|---|-------------|
| 6. Обмотка якоря | 411 |
| 7. Уравнительные соединения | 412 |
| 8. Сечение проводов обмотки якоря | 414 |
| 9. Паз | 415 |
| 10. Зубцы | 416 |
| 11. Величина потока главных полюсов при холостом ходе | — |
| 12. Магнитная индукция в воздушном промежутке | — |
| 13. Внутренний диаметр сердечника якоря | 417 |
| 14. Коллектор и щетки | — |

II. Электромагниты и станина

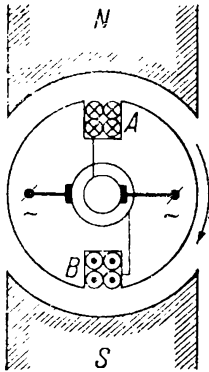
| | |
|---|-----|
| 15. Воздушный промежуток | 418 |
| 16. Главные полюса | — |
| 17. Высота сердечника главных полюсов | 419 |
| 18. Станина | 420 |
| 19. Коммутация | — |
| 20. Дополнительные полюса | 421 |
| 21. Эскиз машины | 422 |
| 22. Характеристика холостого хода | — |
| 23. Число ампервитков возбуждения при нагрузке | 425 |
| 24. Расчет сечения и числа витков обмотки возбуждения | — |
| 25. Потери и нагревание якоря | 426 |
| 26. Потери и нагрев коллектора | 427 |
| 27. Потери и нагрев обмотки дополнительных полюсов | 428 |
| 28. Потери и нагрев обмотки возбуждения при полной нагрузке | — |
| 29. Потери на трение в подшипниках и трение о воздух | — |
| 30. Определение к. п. д. при полной нагрузке | 429 |
| Именной указатель | 430 |
| Предметный указатель | 431 |



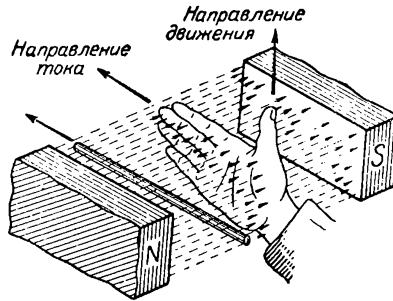
КРАТКИЙ ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Первые электрические генераторы, появившиеся вскоре после открытия Фарадеем (1831 г.) закона электромагнитной индукции, были машинами переменного тока.

На фиг. 1 показан схематический чертеж генератора переменного тока старинной, теперь уже оставленной конструкции Вернера Сименса (1856 г.); якорная обмотка этого примитивного генератора, как видно из фиг. 1, состоит всего из одной катушки, заложенной в два паза железного барабана, вращающегося между полюсами *N* и *S* стального постоян-



Фиг. 1. Генератор переменного тока Вернера Сименса (1856 г.).



Фиг. 2. „Правило правой руки“.

ного магнита; концы якорной обмотки присоединены к двум собирательным (контактным) кольцам.

При вращении такого якоря провода его обмотки будут пересекать силовые линии якоря магнитного поля, образованного полюсами, вследствие чего в этих проводах появятся электродвижущие силы (сокращенно э. д. с.).

Для того чтобы узнать направление этих индуцированных э. д. с., можно пользоваться известным „правилом правой руки“.

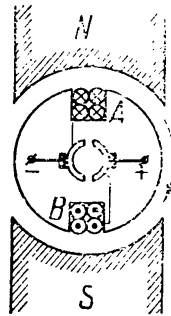
Это правило заключается, как известно, в следующем: для определения направления индуцированной э. д. с. необходимо расположить правую руку так, чтобы воображаемые силовые магнитные линии магнитного поля, в котором перемещается

проводник, своими остриями вонзились в ладонь и большой палец указал направление перемещения проводника; тогда четыре вытянутых пальца нам укажут направление индуцированной э. д. с. (фиг. 2).

Применяя правило правой руки по отношению к проводникам, лежащим в пазу *A* на фиг. 1, мы видим, что в этих проводниках при вращении якоря по часовой стрелке будут наводиться э. д. с., направленные от зрителя к плоскости чертежа



Фиг. 3. Кривая тока генератора согласно фиг. 1.



Фиг. 4. Генератор постоянного тока с примитивным коллектором.

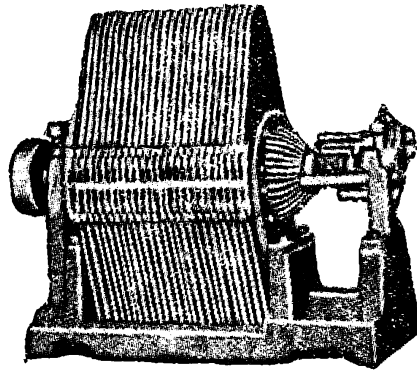
(это направление на фиг. 1 условно обозначено крестами); в проводах пазу *B* появятся при этих же условиях э. д. с., направленные из-за плоскости чертежа к зрителю (это направление на фиг. 1 обозначено точками).

Соединив щетки генератора, изображенного на фиг. 1, с какой-нибудь внешней цепью и заставив вращаться якорь, мы получим во внешней цепи ток.

Так как при вращении якоря каждый паз якоря попеременно будет перемещаться то под северным *N*, то под



Фиг. 5. Кривая тока генератора согласно фиг. 4.



Фиг. 6. Генератор постоянного тока с примитивным коллектором согласно фиг. 4 (1856 г.).

южным *S* полюсом магнита, то ясно, что ток этого генератора будет переменным; примерная кривая этого тока изображена на фиг. 3.

Для получения динамомшины постоянного тока мы должны изменить конструкцию машины, изображенной на фиг. 1, заменив два контактных кольца коллектором.