

УДК 629.736.33.033.064.5

М.П. Попов

## ОБ ОДНОМ ПРИЕМЕ УСТАНОВКИ ЩЕТОК ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН НА ГЕОМЕТРИЧЕСКУЮ НЕЙТРАЛЬ

*Рассмотрен способ, существенно упрощающий процесс установки щеток электрических машин постоянного тока на линию геометрической нейтрали. Поясняется принцип реализации предлагаемого способа и приводятся экспериментальные данные, подтверждающие его работоспособность.*

Согласно технологии послеремонтных испытаний авиационных электрических машин постоянного тока (МПТ) необходима установка щеток на линию геометрической нейтрали (ГН) [1].

Компактность конструкций авиационных МПТ существенно затрудняет реализацию рекомендуемых технологиями ремонта приемов установки щеток на линию ГН, что приводит к необходимости иногда неоднократно повторять процесс установки. При этом в правильности установки щеток убеждаются лишь после нагружения МПТ нагрузкой не менее номинальной. Нагружение мощных МПТ номинальной нагрузкой сопряжено с необходимостью иметь на предприятии сложное дорогостоящее оборудование, а также с расходом электроэнергии.

Сущность используемых в практике приемов установки щеток на линию ГН вытекает из известного в теории МПТ положения о том [2], что при щетках, расположенных на линии ГН, взаимоддукция между обмоткой возбуждения (ОВ) и обмоткой якоря (ОЯ) отсутствует. Вследствие этого подача на ОВ импульсов тока не вызывает появления на щетках МПТ ЭДС, что и является критерием правильности установки щеток на ГН.

Процесс установки щеток на линию ГН существенно упрощается, если через обмотку невращающегося якоря пропускать переменный ток  $i = I_m \sin \omega t$ , а ЭДС снимать с разомкнутой ОВ машины.

В пренебрежении зубчатой структурой якоря МДС ОЯ распределяется в пространстве вдоль воздушного зазора по линейному закону (рис. 1, кривая 1), причем максимум МДС ОЯ всегда лежит на линии щеток.

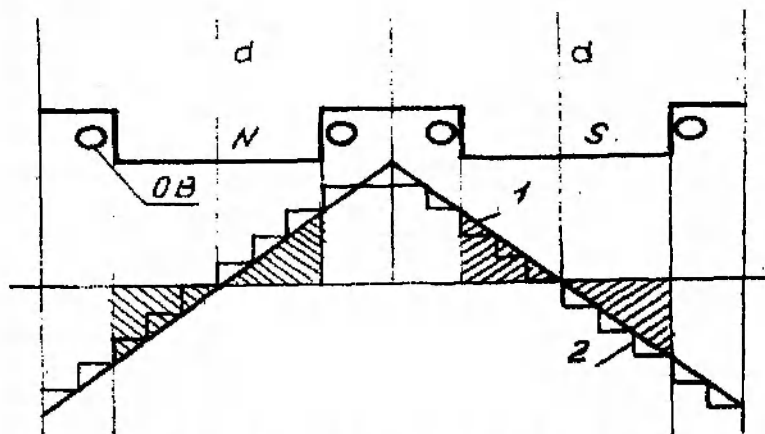


Рис. 1. Распределение МДС якоря машины постоянного тока при щетках, расположенных на линии геометрической нейтрали:  
1 – без учета зубчатой структуры якоря; 2 – с учетом зубчатой структуры

Поэтому, если якорь гладкий и щетки МПТ установлены на линии ГН, результирующий магнитный поток ОЯ, сцепленный с ОВ, оказывается равным нулю, чему на рис.1 соответствует равенство заштрихованных площадок, расположенных справа и слева от продольной оси полюсов (ось  $d$ ). Следовательно, в ОВ машины ЭДС не возникает.

При зубчатом якоре его МДС распределяется в пространстве по ступенчатой кривой 2, причем амплитуда ступенек зависит от количества проводников ОЯ, лежащих в одном пазу, и от тока параллельной ветви.

Концы секций ОЯ присоединены к пластинам коллектора, количество которых в два – три раза больше количества пазов якоря, и так как ширина щетки обычно в два – три раза больше ширины пластин коллектора, то щетки разной полярности могут замыкать накоротко неодинаковое количество секций обмотки.

Поскольку ток в секциях, замкнутых щетками накоротко, не протекает, то в ступенчатой кривой 2 распределения МДС якоря появляются горизонтальные участки, протяженность которых вдоль воздушного зазора зависит от того, сколько пластин коллектора перекрывается щетками разной полярности. В результате этого ступенчатая кривая МДС якоря смещается относительно оси  $d$ , и теперь между ОЯ и ОВ существует некоторый поток взаимоиндукции, благодаря чему в ОВ машины наведется некоторая ЭДС.

Кроме того, на полюсную дугу машины может приходиться неодинаковое количество зубцовых делений якоря, что приведет к неодинаковой магнитной проводимости полюсов разной полярности и также обусловит возникновение ЭДС в машине.

Однако при щетках, установленных на линии ГН, один и тот же ток якоря создает в ОВ ЭДС значительно меньшую, чем при сдвиге щеток с нейтралей.

Объясняется это тем, что сдвиг с линии ГН приводит к появлению продольной МДС якоря, значение которой пропорционально количеству секций ОЯ, заключенных в двойном угле сдвига, а при щетках, установленных на линии ГН «продольная» МДС якоря определяется лишь неодинаковым, мало отличающимся друг от друга, количеством секций, замкнутых накоротко щетками разной полярности.

Характерно, что при щетках, установленных на линии ГН, поворот якоря на одно коллекторное деление вызывает инвертирование фазы ЭДС в ОВ машины, поскольку такой поворот приводит к смещению ступенчатой кривой МДС якоря относительно полюсов. Форма кривой ЭДС в этом случае резко несинусоидальна (рис.2,б), что обусловлено нелинейностью вольт-амперной характеристики переходного контакта щеточно-коллекторной пары.

Как известно [2], сдвиг щеток с линии ГН вызывает появление продольной МДС якоря, направление которой зависит от направления сдвига щеток. Поэтому смещение щеток по разные стороны от линий ГН также вызывает инвертирование фазы ЭДС, индуктируемой в ОВ. Значение ЭДС пропорционально углу сдвига, а ее фаза при достаточных углах сдвига не зависит от поворота якоря. Искажение формы кривой ЭДС не происходит.

На рис.2 показаны осциллограммы ЭДС, индуктируемой в ОВ авиационного генератора СТГ-18, при токе якоря 15 А и различном положении щеток относительно линии ГН.

Как видно из рис.2, критерием установки щеток на линию ГН являются минимальное значение ЭДС, индуктируемой в ОВ машины, резкое отклонение формы ее кривой от синусоидальной и инвертируемость фазы при повороте якоря на одно коллекторное деление.

Таким образом, описанный прием установки щеток МПТ на линию ГН обладает высокой достоверностью, что позволит существенно облегчить процесс послеремонтных испытаний и настройки МПТ.

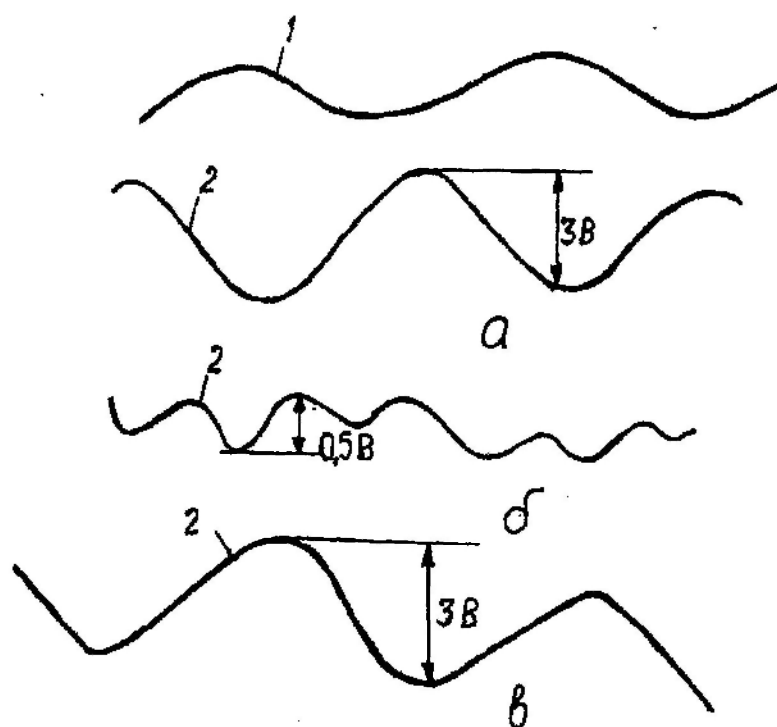


Рис.2. Осциллограммы ЭДС обмотки возбуждения генератора СТГ-18 (кривая 2) и напряжения, приложенного к обмотке якоря (кривая 1):  
 а – щетки сдвинуты по направлению вращения якоря; б – щетки установлены на нейтрали; в – щетки сдвинуты против направления вращения якоря

#### Список литературы

1. *Технология* ремонта генератора ГС-24А, сер., Авиаремонт. М.: 1968. – 36 с.
2. *Вольдек А.И.* Электрические машины. - Л.: Энергия, 1974. – 768 с.

Стаття надійшла в редакцію 5 січня 1998 року.

**Марко Петрович Попов** (1939) закінчив Ризький інститут інженерів цивільної авіації в 1961 році. Кандидат технічних наук, доцент кафедри електротехніки та світлотехніки Київського міжнародного університету цивільної авіації, має близько 80 наукових публікацій та 19 винаходів у галузі діагностування агрегатів авіаційного електрообладнання та електричних машин.



**Mark P. Popov** (b.1939) graduated from Riga Institute of Civil Aviation (1962), PhD (Eng) ass. professor of Electrotechnical and Lightning Equipment Department of Kyiv International University of Civil Aviation. Author of about 80 publications and 19 inventions in the field of diagnostics of aircraft electrical equipment units and electrical machines.