

ДОКЛА

НА ТЕМУ:

ТАХОГЕНЕРАТОРЫ
ПОСТОЯННОГО
ТОКА

Тахогенератор постоянного тока -
это машина постоянного тока с
независимым возбуждением или
возбуждением постоянными
магнитами, работающая в
генераторном режиме.

Тахогенераторы постоянного тока служат для измерения частоты вращения по значению выходного напряжения, а также для получения электрических сигналов, пропорциональных частоте вращения вала в схемах автоматического регулирования.

Основными требованиями, предъявляемыми к тахогенераторам, являются:

- а) линейность выходной характеристики;
- б) большая крутизна выходной характеристики;
- в) малое влияние на выходную характеристику изменения температуры окружающей среды и нагрузки;
- г) минимум пульсаций напряжения на коллекторе.

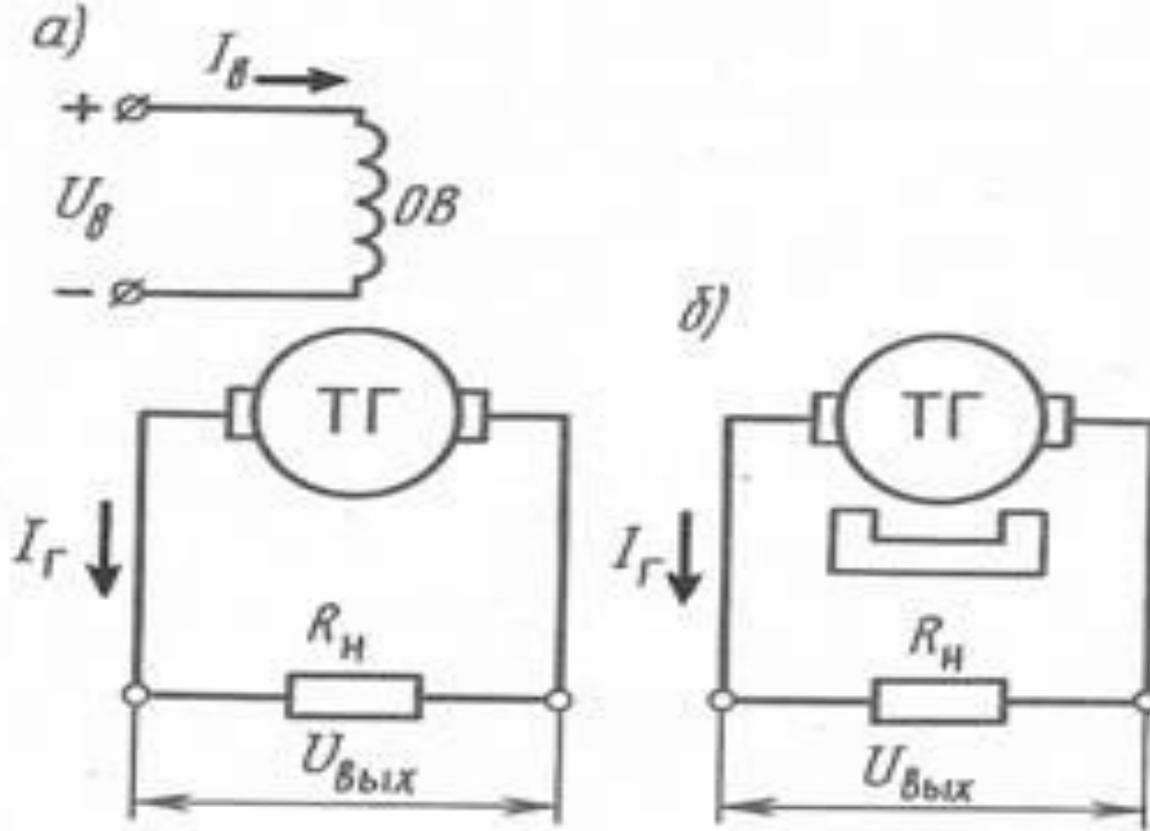


Рис. 9.5. Принципиальные схемы включения тахогенераторов постоянного тока

На рис. показаны принципиальные схемы тахогенераторов постоянного тока с электромагнитным возбуждением (а) и возбуждением постоянными магнитами (б).

В случае электромагнитного возбуждения обмотку возбуждения ОВ подключают к источнику постоянного тока (рис. 9.5, а).

Тахогенератор возбуждается и если его якорь привести во вращение с частотой n , то на выходе генератора появится постоянное напряжение $U_{\text{вых}}$. Уравнение выходной характеристики тахогенератора имеет вид:

$$U_{\text{вых}} = \frac{c_e \Phi_a n}{1 + r_a / R_{\text{н}}} - \frac{\Delta U_{\text{ш}}}{1 + r_a / R_{\text{н}}},$$

где

r_a - сопротивление обмотки якоря, Ом;

$R_{\text{н}}$ - внутреннее сопротивление прибора,

подключенного к тахогенератору, Ом.

Если пренебречь падением напряжения в щеточном контакте $\Delta U_{щ}$, то

$$U_{\text{вых}} = \frac{c_e \Phi_n n}{(1 + r_a / R_n)} = c_U n.$$

Из этого уравнения следует, что чем больше сопротивление прибора R_n тем больше крутизна выходной характеристики C_U . Наибольшая крутизна у выходной характеристики, соответствующей режиму холостого хода тахогенератора, когда обмотка якоря разомкнута" ($R_n = \infty$).

С ростом тока нагрузки (уменьшением R_H) крутизна выходной характеристики уменьшается (рис. 9.6, а). У современных тахогенераторов постоянного тока $C_u = (6 \div 260) \cdot 10^{-3} \text{В}/(\text{об}/\text{мин})$, что превышает крутизну асинхронных тахогенераторов.

Выходная характеристика тахогенератора постоянного тока - прямая линия. Однако опыт показывает, что выходная характеристика прямолинейна только в начальной части (при малых относительных частотах вращения), а с ростом частоты вращения она становится криволинейной (рис. 9.6, а).

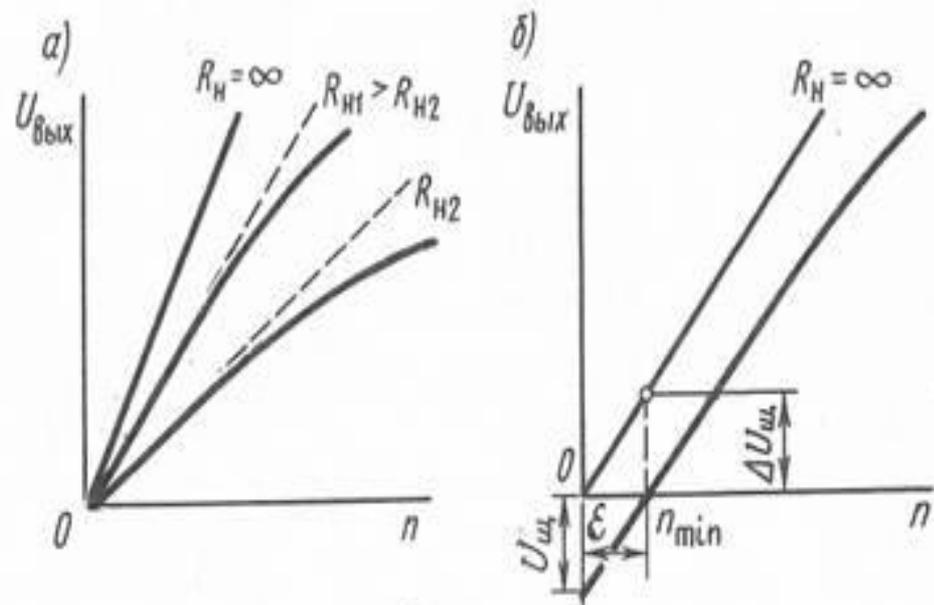


Рис. 9.6. Выходные характеристики тахогенераторов постоянного тока

Криволинейность характеристики усиливается при уменьшении сопротивления нагрузки R_H и увеличении частоты вращения n . Это объясняется размагничивающим действием реакции якоря в тахогенераторе. Для уменьшения криволинейности выходной характеристики не следует использовать тахогенератор на его предельных частотах вращения и применять в качестве нагрузки приборы с малым внутренним сопротивлением. В реальных условиях существует падение напряжения в щеточном контакте $\Delta U_{щ}$, поэтому выходная характеристика тахогенератора выходит не из начала осей координат, а из точки на оси ординат, отстоящей от начала координат на

$$U_{щ} = -[\Delta U_{щ} / (1 + r_a / R_H)] \quad (3)$$

Это приводит к появлению у тахогенераторов постоянного тока зоны нечувствительности $\epsilon = \pm n_{min}$, в пределах которой он не создает на выходе напряжения (рис. 9.6, б).

Для уменьшения зоны нечувствительности в тахогенераторах применяют щетки с небольшим значением $\Delta U_{щ}$, т. е. с малым сопротивлением (медно-графитные или серебряно-графитные). В тахогенераторах высокой точности (прецизионных) используют щетки с серебряными или золотыми напайками.

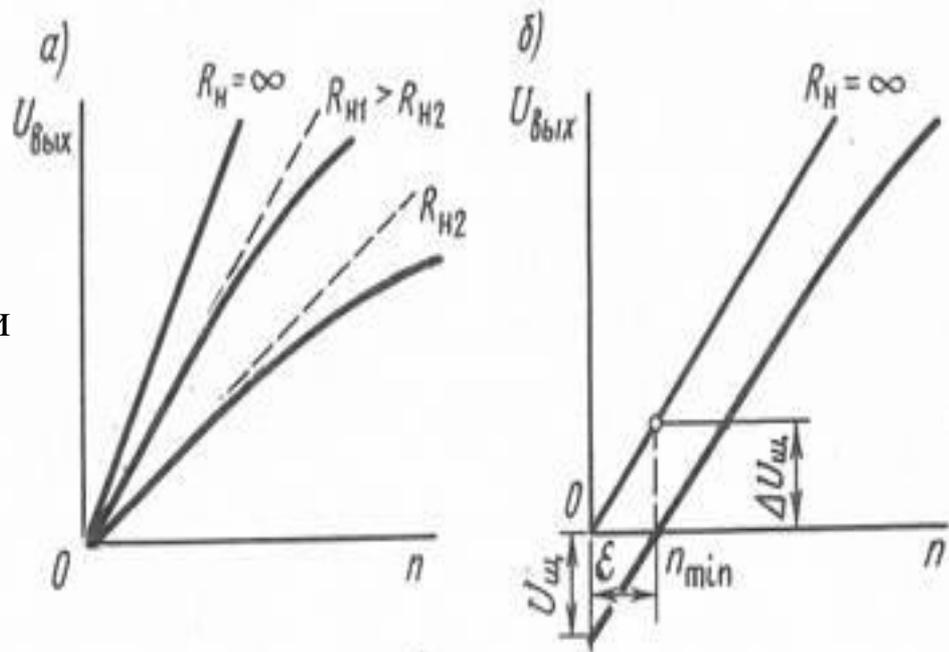


Рис. 9.6. Выходные характеристики тахогенераторов постоянного тока

В тахогенераторах постоянного тока технологическая неточность установки щеток на геометрической нейтрали вызывает еще один вид погрешности-ассимметрию выходного напряжения, Она заключается в том, что величина выходного напряжения различна при вращении якоря с одинаковой частотой, но в противоположных направлениях. При сдвиге щеток с геометрической нейтрали возникает продольная составляющая потока якоря, которая при одном направлении вращения совпадает с потоком возбуждения, а при другом-противоположна ему. Следовательно, результирующий поток машины при обоих направлениях вращения будет различным, при этом различными будут э. д. с., индуктируемые в якоре. Ассимметрию выходного напряжения вычисляют как отношение разности выходных напряжений при вращении якоря с номинальной частотой в обоих направлениях к полусумме этих напряжений. В зависимости от класса точности тахогенератора скоростная амплитудная погрешность при номинальной частоте вращения составляет $\pm(0,05-3) \%$, а ошибка ассимметрии равна $\pm(1-3)\%$.

Источником погрешности является также непостоянство магнитного потока обмотки возбуждения Φ_v . При электромагнитном возбуждении тахогенератора причиной этого может быть колебание напряжения U_v , подводимого к обмотке возбуждения, нагрев этой обмотки.

В обоих случаях изменяется ток возбуждения I_v что ведет к изменению потока Φ_v . Для уменьшения возможных колебаний потока Φ . магнитную систему тахогенератора выполняют с сильным магнитным насыщением, т.е рабочую точку 1 на кривой намагничивания принимают за «коленом» насыщения магнитной системы. Из построений рис. 9.7, а видно, что изменение тока возбуждения I_v на $\Delta I_v 1$ в зоне точки 1 вызывает изменение потока возбуждения на $\Delta \Phi_v 1$, значение изменений здесь намного меньше, чем в зоне точки 2, лежащей на прямолинейном участке кривой намагничивания, расположенном до «колена» насыщения ($\Delta \Phi_v 1 \ll \Delta \Phi_v 2$).

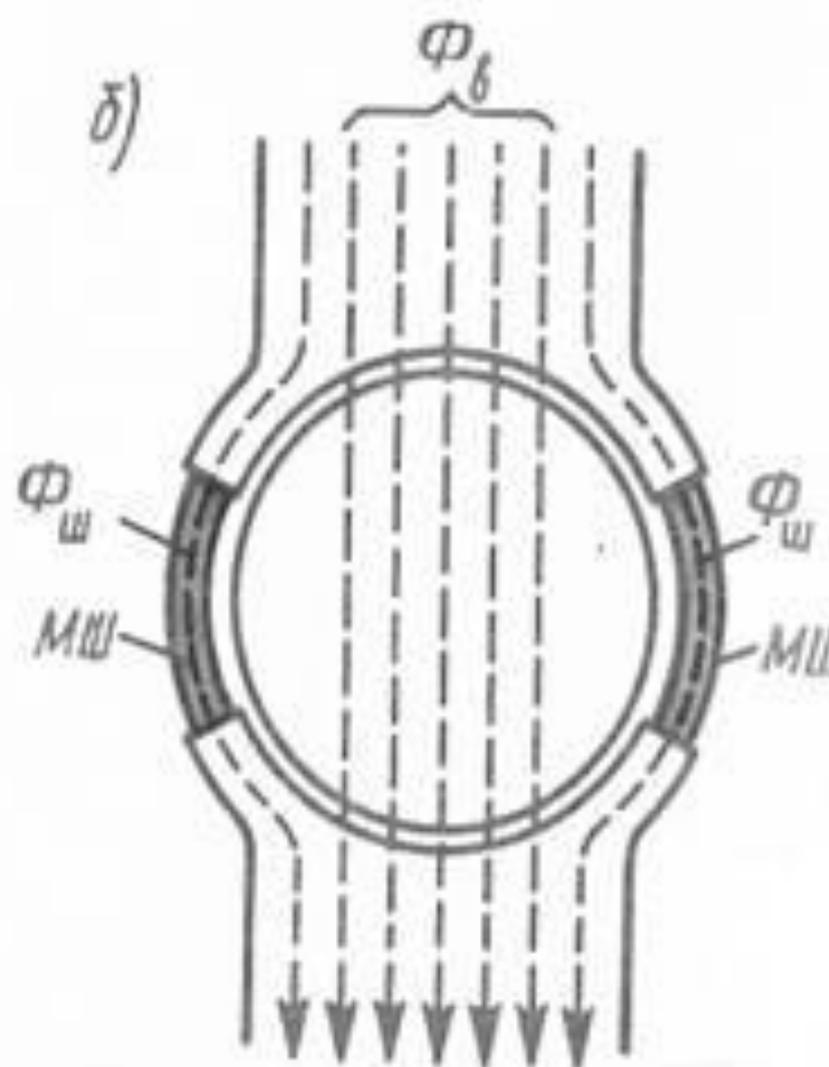
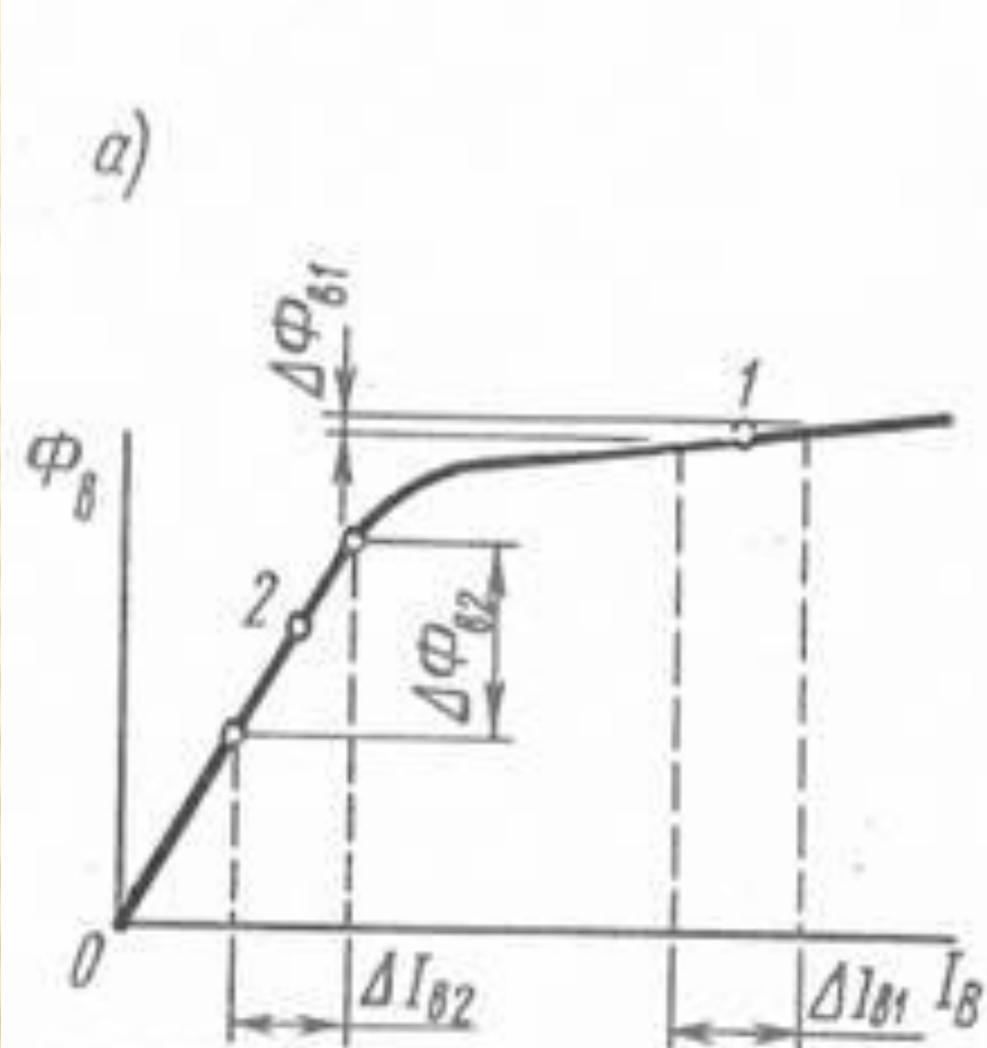


Рис. 9.7. Кривая намагничивания тахогенератора постоянного тока (а) и магнитопровод с магнитными шунтами (б)

сильное магнитное насыщение магнитной цепи тахогенератора не всегда целесообразно, потому что увеличивается объем обмотки возбуждения, а следовательно, габаритные размеры тахогенератора. В тахогенераторах с ненасыщенной магнитной системой для ограничения колебаний потока возбуждения Φ . последовательно в цепь обмотки возбуждения включают терморезистор, компенсирующий изменение сопротивления обмотки при колебаниях температуры, или применяют магнитные шунты МШ (рис. 9.7,б), изготовленные из сплава, изменяющего свое магнитное сопротивление при изменении температуры нагрева. Например, при нагреве обмотки возбуждения ее сопротивление увеличивается, ток I_v и поток Φ_v уменьшаются. Но при этом магнитное сопротивление шунтов увеличивается, что уменьшает поток $\Phi_{ш}$ через шунты и увеличивает поток Φ_v через полюс и якорь на величину, компенсирующую его уменьшение от изменения тока возбуждения. При снижении температуры процессы идут в обратном направлении. В итоге происходят лишь незначительные колебания потока возбуждения.

Все причины, вызывающие отклонение выходной характеристики тахогенератора от прямолинейной, ведут к амплитудной погрешности.

Тахогенераторы постоянного

тока имеют амплитудную погрешность от 0,5 до 3%.

В тахогенераторах постоянного тока возможна пульсация выходного напряжения, обусловленная рядом причин: зубчатой поверхностью сердечника якоря;

неравномерностью воздушного зазора или неодинаковой магнитной проводимостью сердечника якоря по разным радиальным направлениям;

вибрацией щеток и замыканием

секций обмотки якоря в процессе коммутации; небольшим количеством

секций в обмотке якоря из-за малых габаритных размеров машины Пульсации напряжения могут вносить помехи в работу автоматических устройств,

элементом которых являются тахогенераторы. Пульсации напряжения можно ослабить за счет более качественной технологии изготовления тахогенератора

с применением веерной сборки листов сердечника якоря (листы укладывают в пакет со сдвигом на однозубцовое деление), а также подключением

сглаживающего фильтра на выход тахогенератора. Однако полностью

избавиться от пульсаций не удастся. Амплитуды пульсации выходного

напряжения тахогенераторов постоянного тока составляют 0.1-3 % от среднего значения выходного напряжения.

На работу тахогенератора оказывают влияние также пульсации выходного напряжения, обусловленные:

- 1) зубчатым строением якоря (зубцовые пульсации);
- 2) изменением магнитного потока за время одного оборота вследствие эллиптичности, эксцентриситета якоря или магнитной анизотропии его материала (якорные пульсации);
- 3) периодическим изменением числа секций в параллельных ветвях якоря; особенно при малом числе коллекторных пластин;
- 4) вибрацией щеток и замыканием накоротко части секций

Достоинства и недостатки. Достоинства тахогенераторов постоянного тока по сравнению с асинхронными тахогенераторами: меньшие габаритные размеры и масса (в 2-3 раза) при большей выходной мощности; отсутствие фазовой погрешности; возможно возбуждение постоянными магнитами, что позволяет обойтись без источника питания для цепи возбуждения.

Наряду с этим тахогенераторы постоянного тока имеют недостатки, ограничивающие их применение: сложность конструкции, высокую стоимость, наличие скользящего контакта между щетками и коллектором, что приводит к снижению надежности тахогенератора и к нестабильности выходной характеристики; наличие зоны нечувствительности; пульсация выходного напряжения; помехи радиоприему, для подавления которых в некоторых случаях приходится применять специальные меры.

(Для подавления электромагнитных излучений применяют экранирование двигателя. В качестве экрана используют заземленный корпус двигателя. Если в подшипниковом щите со стороны коллектора имеются окна, то их закрывают металлической сеткой, соединенной с заземленным корпусом двигателя. Если корпус двигателя или его передний подшипниковый щит (со стороны коллектора) изготовлены из пластмассы, то неметаллическую часть двигателя закрывают сеткой и заземляют.

Для подавления радиопомех, проникающих в электросеть, применяют симметрирование обмоток и включение фильтров. Симметрирование состоит в том, что каждую обмотку, включаемую последовательно в цепь якоря (обмотку возбуждения, обмотку добавочных полюсов и т. п.), разделяют на две равные части и присоединяют симметрично обмотке якоря, подключая к щеткам разной полярности. В качестве фильтров используют конденсаторы, включенные между каждым токонесущим проводом и заземленным корпусом двигателя. Значение емкости конденсаторов подбирают опытным путем. Конденсаторы должны быть рассчитаны на рабочее напряжение двигателя. Предпочтительнее применять проходные конденсаторы типа КБП, у которых один из зажимов металлический корпус, прикрепляемый непосредственно к статору двигателя и заземляемый вместе с ним. Часто конденсаторы фильтра располагают в коробке выводов двигателя.)

ВЫВОД

Таким образом, любой вид тахогенератора имеет свои достоинства и недостатки. Поэтому при выборе тахогенератора необходимо исходить из конкретных условий его работы и требований, предъявляемых к тахогенератору со стороны автоматического устройства, для которого он предназначенся.

Широкое применение получили тахогенераторы постоянного тока, возбуждаемые постоянными магнитами. Эти тахогенераторы не имеют обмотки возбуждения, и поэтому они проще по конструкции и имеют меньшие габариты.