

НЕКОТОРЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИСКОВОГО ЭСГ

Ю. Н. СИВКОВ

(Представлена научным семинаром кафедры теоретических основ электротехники
и сектора роторных ЭСГ научно-исследовательского института ядерной физики)

Постоянный ток высокого напряжения необходим для многих областей науки и техники. К ним относятся процессы электронно-ионной технологии, рентгенотехника, радиолокация, ядерная физика, радиационная химия и т. д. Источники постоянного тока высокого напряжения должны иметь небольшие габариты, быть надежными, безопасными, а в некоторых случаях высокостабильными по напряжению.

Перечисленным требованиям в подавляющем большинстве случаев в наибольшей степени отвечают электростатические генераторы (ЭСГ) с жестким ротором. Такие ЭСГ могут иметь два исполнения: цилиндрическое и дисковое.

В последнее время приобретают перспективность (в отношении возможности увеличения удельной мощности) ЭСГ с транспортерами-проводниками, расположенными внутри диэлектрика. Наиболее удобной формой этих транспортеров является стержневая, в связи с чем сами генераторы получили название стержневых.

Как показано теоретически [1], мощность ЭСГП приближается к мощности ЭСГД в равных условиях (на одну сторону диска или цилиндра ротора одинаковых размеров), если ротор несет бесконечно большое число транспортеров. Практически это соотношение мощностей достигается при сравнительно ограниченном числе стержней. Преимущество стержневого генератора заключается в том, что его ротор может быть заряжен с обеих поверхностей. Это позволяет почти удвоить мощность таких генераторов по сравнению с мощностью ЭСГД равных габаритов.

Наилучшее использование занимаемого ротором и статором объема стержневого генератора будет в случае дискового исполнения последнего. Принципиальная возможность создания дискового ЭСГ с большим числом транспортеров-проводников показана в работе [2].

Нами была поставлена задача сконструировать и изготовить одно-дисковую модель стержневого ЭСГ с целью дальнейшего уточнения его возможностей по току.

Выполненный генератор имел две пары полюсов. Схематичный разрез его, проходящий через низковольтную и высоковольтную системы, показан на рис. 1. Диаметр ротора по наружным торцам транспортеров $D_2 = 228$ мм, по внутренним $D_1 = 138$ мм. Транспортеры представляют

собой отрезки медной проволоки диаметром 0,27 мм, количество которых на один ряд равно 597. Глубина залегания транспортеров от поверхности диска ротора 2 мм. Толщина ротора в месте расположения транспортеров 9 мм. Газовый зазор между ротором и статором собранного генератора равнялся 1 мм. Система коммутации была предусмотрена газоразрядная. Генератор приводился во вращение со скоростью $n = 2860 \text{ об/мин} = 47,6 \text{ об/сек.}$

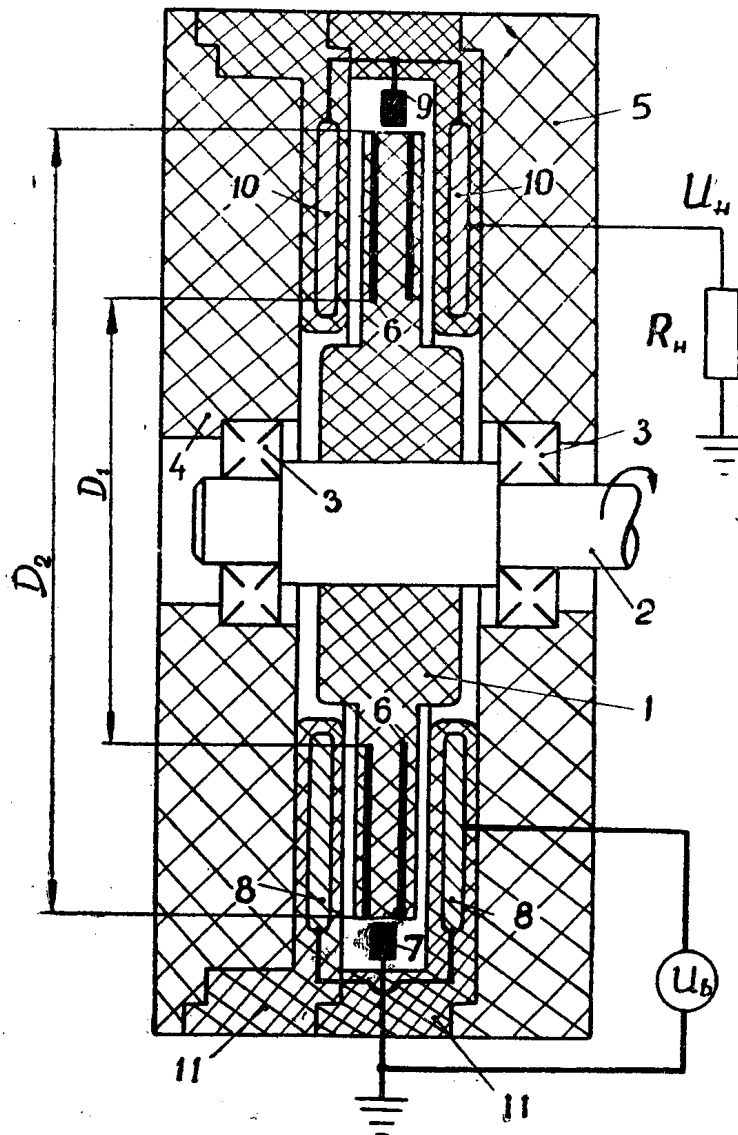


Рис. 1. Схематичный разрез дискового стержневого ЭСГ:
1 — диск ротора; 2 — вал; 3 — подшипники; 4—5 — фланцы; 6 — два ряда стержневых транспортеров; 7 — низковольтная заземленная щетка; 8 — индукторы возбуждения; 9 — высоковольтная щетка; 10 — высоковольтные индукторы; 11 — статоры генератора

Выполненный генератор испытан при работе в атмосфере водорода. На рис. 2 представлены характеристики короткого замыкания генератора при различных давлениях.

Оценим полученные значения тока генератора. Для этого воспользуемся приемом, применяемым по отношению к ЭСГД [3], а именно: найдем величину плотности заряда σ , снимаемую с рабочей поверхности

диска ротора, т. е. поверхности, занятой транспортерами, в режиме короткого замыкания

$$\sigma = \frac{I_{к.з.}}{n \cdot S \cdot p}, \quad (1)$$

где S — рабочая поверхность диска ротора на обе его стороны.

$$S = 2\pi \cdot \left(\frac{D_2^2}{4} - \frac{D_1^2}{4} \right) = 2\pi \left(\frac{22,8^2}{4} - \frac{13,8^2}{4} \right) = 520 \text{ см}^2. \quad (2)$$

При давлении водорода $P = 16 \text{ ати}$ и напряжении возбуждения $U_b = 21 \text{ кВ}$ в соответствии с зависимостью 7 рис. 2 ток короткого замыкания $I_{кз} = 1000 \text{ мка}$. Тогда

$$\sigma = \frac{1000 \cdot 10^{-6}}{47,6 \cdot 520 \cdot 10^{-4} \cdot 2} = 2,02 \cdot 10^{-4} \text{ К/м}^2 = 60,5 \text{ ед CGSE}.$$

Из [4] известно, что промышленные цилиндрические ЭСГД имеют

$$\sigma' = 60 \div 90 \text{ ед CGSE}.$$

Так, для малогабаритного генератора калибра „70“, работающего в водороде при давлении 15 ати , имеют: $\sigma = 90 \text{ ед. CGSE}$ в режиме короткого замыкания и $\sigma = 70 - 75 \text{ ед. CGSE}$ при номинальном напряжении 90 кВ .

Из сравнения полученных нами данных для дискового ЭСГП и литературных данных для цилиндрического ЭСГД следует, что усредненная поверхностная плотность σ зарядов, переносимых в дисковом ЭСГП, составляет примерно $2/3 \sigma'$ для ЭСГД на одну сторону ротора. Учитывая тот факт, что в дисковом ЭСГП полезно используются обе стороны диска ротора, можно констатировать, что общая эффективность дискового ЭСГП по плотности переносимого заряда превышает таковую для ЭСГД, составляя величину

$$\eta = \frac{2\sigma}{\sigma'} = \frac{4}{3}. \quad \text{Эта величина,}$$

однако, остается еще значительно меньшей $\eta = 2$, вытекающей из теоретических оценок, и объясняется тем, что зазор ротор—статор в нашем генераторе был сравнительно велик (1 мм). Для ЭСГД полученные плотности $\sigma' = 90 \text{ ед. CGSE}$ заряда соответствуют зазору $0,3 \text{ мм}$. Уменьшением зазора в дисковом ЭСГП до величины зазора в ЭСГД возможно значительно увеличить плотность заряда σ и эффективность $\eta \rightarrow 2$.

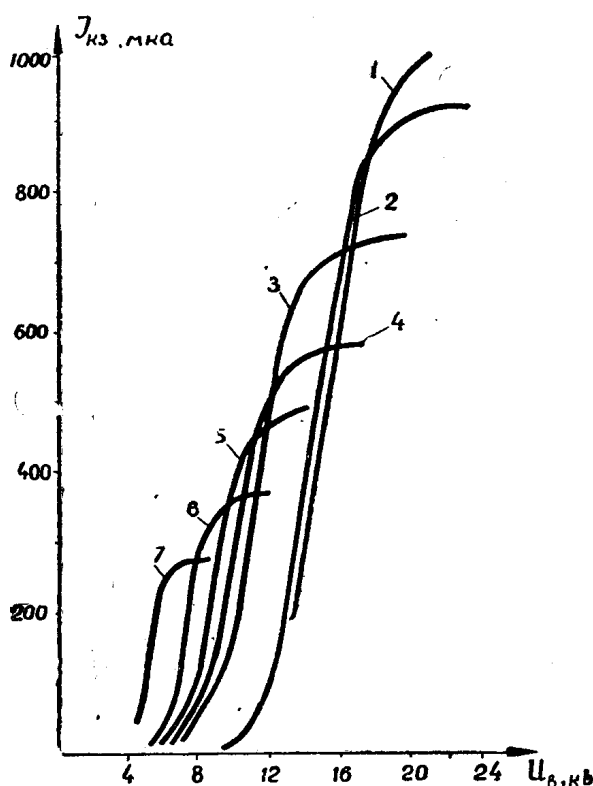


Рис. 2. Характеристики короткого замыкания дискового стержневого ЭСГ, снятые в атмосфере водорода при различных давлениях P :
1— $P=16 \text{ ати}$; 2— $P=13 \text{ ати}$; 3— $P=8,5 \text{ ати}$;
4— $P=6,4 \text{ ати}$; 5— $P=4,9 \text{ ати}$; 6— $P=2,4 \text{ ати}$;
7— $P=1,3 \text{ ати}$

Проведенные испытания однодискового ЭСГ с большим числом транспортеров, помещенных в диэлектрик, доказывают, таким образом, возможность создания ЭСГП с улучшенными, по сравнению с ЭСГД, удельными энергетическими показателями.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Ф. Калганов, В. В. Пацевич. Изв. вузов. «Электромеханика», 1963, № 8.
2. В. В. Пацевич. Некоторые вопросы теории и расчета ЭСГ с транспортерами-проводниками. Диссертация, Томск, 1964.
3. Н. Ж. Фелиси, А. Ф. Калганов. ЖТФ, 22, 1001, 1962.
4. Под ред. к. т. н. В. И. Левитова и к. т. н. А. Г. Ляпина. Применение сил электрического поля в промышленности и сельском хозяйстве. По материалам Международного коллоквиума, посвященного физике электростатических сил и их применение (Гренобль), ВНИИЭМ, Москва, 1964.