

МОДЕЛЬ ГЕНЕРАТОРА УДАРНОЙ МОЩНОСТИ

Г. А. СИПАЙЛОВ, К. А. ХОРЬКОВ, А. И. ВЕРХОТУРОВ,
А. В. ЛООС

(Представлена научным семинаром кафедр электрических машин
и общей электротехники)

Генераторы ударной мощности — это специальные синхронные машины типа турбогенератора, нормальным режимом работы которых является внезапное короткое замыкание или включение на однофазную нагрузку на время, примерно равное одному периоду э.д.с. Принципиально генераторы ударной мощности могут быть как однофазными, так и трехфазными машинами. Однако в последнем случае в работе используются только две фазы, а третья фаза является резервной.

При проектировании ударных генераторов: при выборе соотношений между диаметром расточки статора и длиной, при выборе соотношений между высотой пазов и их шириной, при выборе чисел пазов статора и ротора, при выборе величины воздушного зазора, типов обмоток статора и ротора и т. д. необходимо исходить из условия получения максимальной электромагнитной энергии, получаемой за время одного первого полупериода э.д.с.

С этой точки зрения, как показали исследования [1÷7] существенными преимуществами обладает однофазный генератор с однослойной обмоткой, занимающей $\frac{2}{3}$ полного числа пазов статора.

Для экспериментальной проверки основных положений теории и проектирования генераторов ударной мощности на основе разработанных рекомендаций [1÷7] был спроектирован и изготовлен опытный образец генератора в габаритах кранового электродвигателя МТВ-612. Общий вид модели генератора ударной мощности в разрезе представлен на рис. 1.

Выбор конструкции ротора зависит от назначения генератора. Например, в генераторе Капицы-Костенко с целью получения постоянства амплитуды тока на некотором отрезке времени ротор имеет две независимые обмотки возбуждения [8]. Однако в большинстве случаев применения генераторов ударной мощности их ротор может быть таким же, как в генераторах разрывной мощности, то есть с одной обмоткой возбуждения. Во всех случаях ротор генератора должен иметь мощную демпферную обмотку, служащую для снижения сверхпереходного реактивного сопротивления генератора и для подавления обратосинхронного поля реакции якоря.

Ротор модели выполнен аналогичным роторам генераторов разрывной мощности. Полное число зубцовых делений ротора равно $Z'_2 = 32$, число пазов, заполненных обмоткой возбуждения, равно $Z_2 = 20$.

Выбор формы паза ротора произведен из условия получения максимальной площади паза:

$$\frac{h_n}{b_n} = \frac{Z'_2}{2\pi}.$$

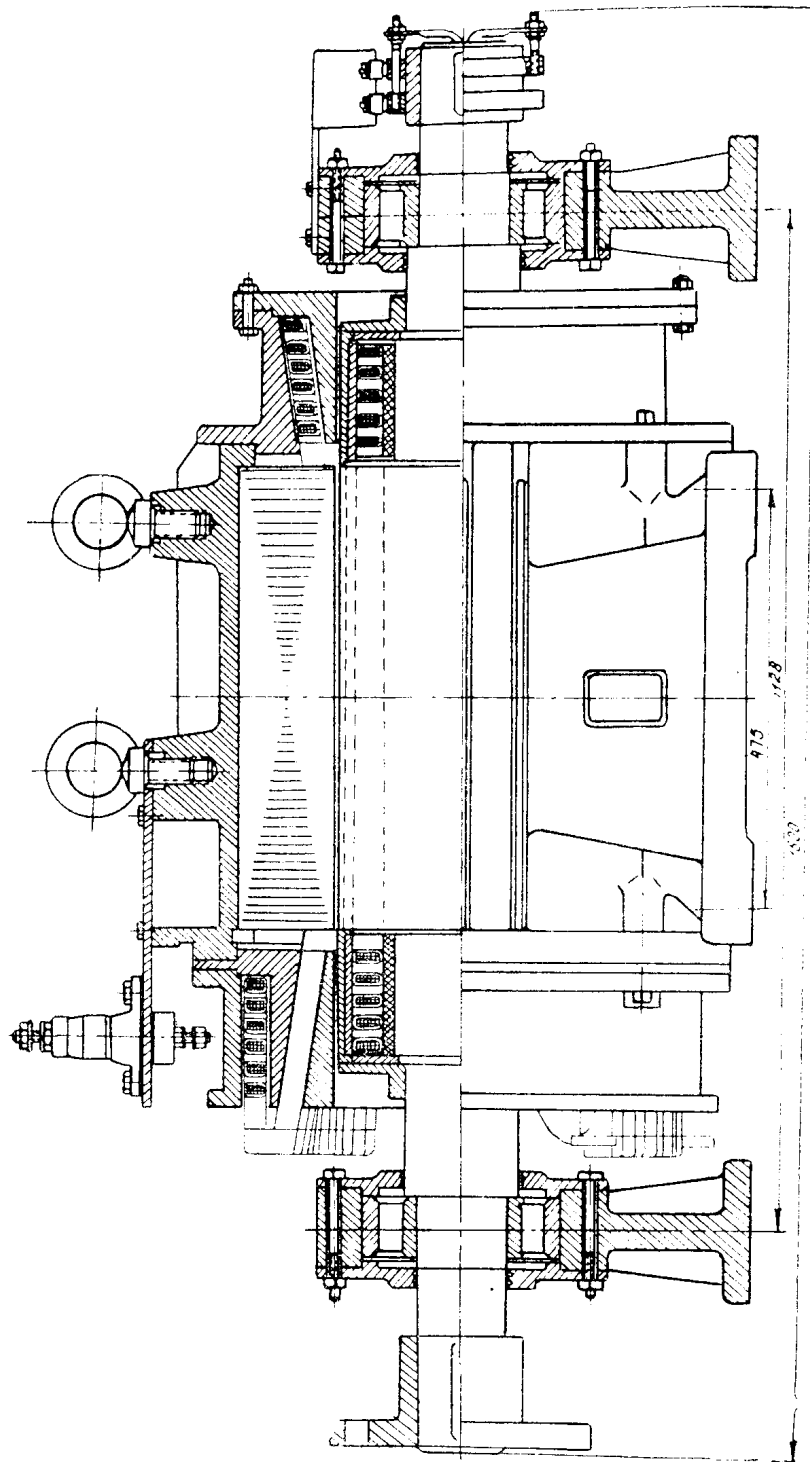


Рис. 1. Общий вид ударного генератора в разрезе.

С целью улучшения использования ротора и оптимизации параметров демпферной обмотки верхние части роторных пазов, занимаемые демпферными стержнями, несколько расширены. В модели демпферная обмотка равномерно распределена по окружности ротора и занимает 26 проц. площади его паза. В пазовой части демпферная обмотка выполнена в виде плоских медных шин, уложенных друг на друга без изоляции, в лобовой части — в виде сплошных дугообразных сегментов с выступающими пальцами, которые входят в пазовую часть в перекрой с демпферными шинами. Паза ротора заклинены медными клиньями. Лобовые части обмотки возбуждения и демпферной обмотки заключены в бандажные кольца из немагнитного алюминиево-магниевого сплава.

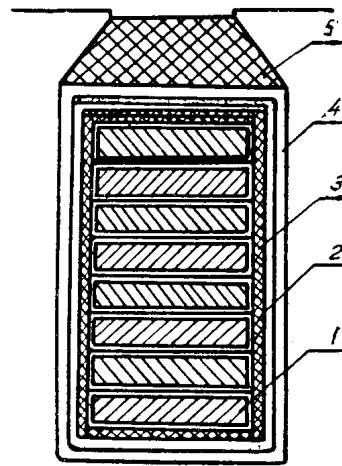


Рис. 2. Паз статора генератора.

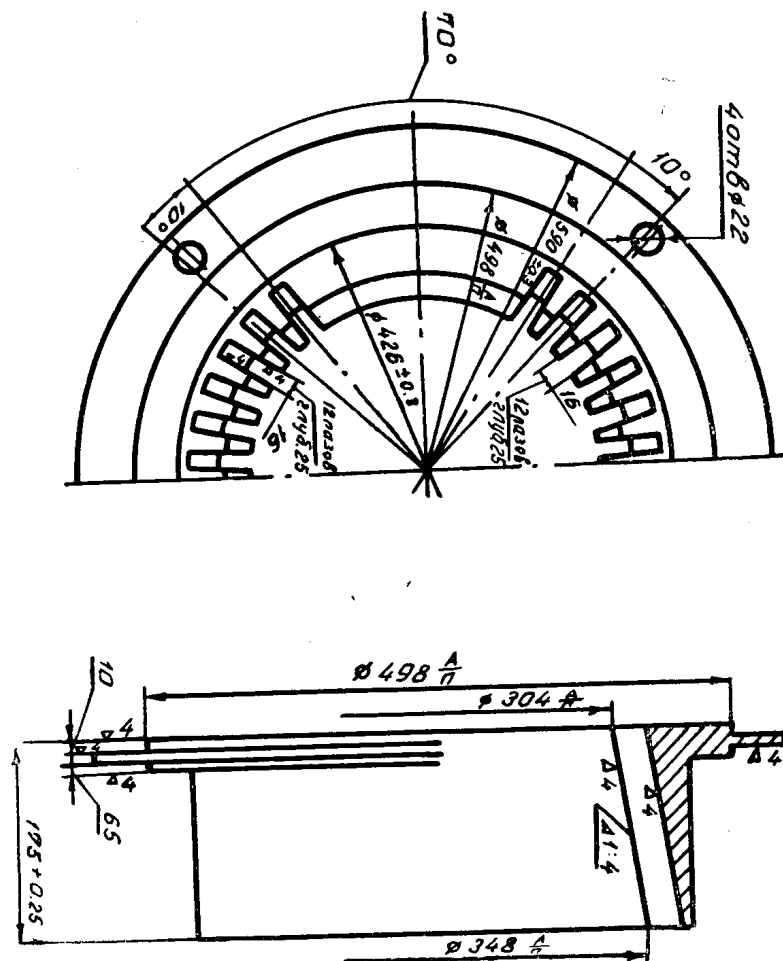
Статор ударного генератора выполнен аналогичным статору генератора ТО-12-2 [9]. Для уменьшения добавочных потерь и пульсаций э.д.с. от зубчатости статора паза статора выполнены полузакрытыми (рис. 2). Отношение высоты паза к его ширине принято равным двум. Полное число пазов статора равно 36, число пазов, заполненных обмоткой статора, равно 24. Основные геометрические размеры модели: $D_a = 493$ мм, $l = 515$ мм, $D = 275$ мм.

Обмотка статора однофазная однослойная концентрическая с подразделенными лобовыми частями. С наружной и внутренней стороны лобовые части поддерживаются конусными кольцами из алюминиевого сплава. Поверхности конусов, обращенные к лобовым частям, уложены двумя слоями сегментов из миканита. Лобовые части расклинены специальными прокладками и залиты специальной массой холодного застывания, что превращает конусную часть обмотки в единый жесткий каркас (рис. 1).

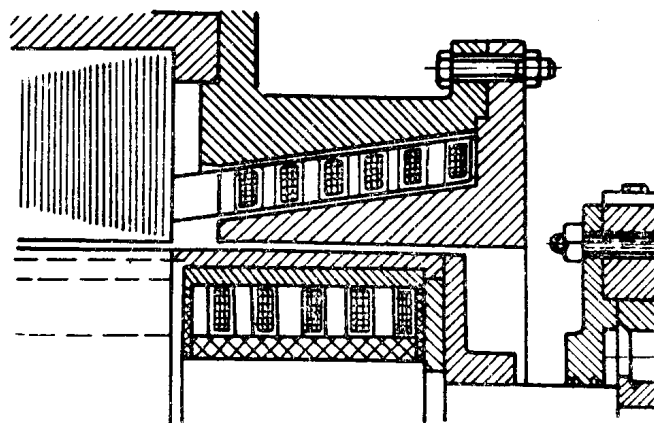
Особое внимание уделено надежности крепления лобовых частей обмотки статора со стороны выводов. Узел крепления состоит из трех колец: внутреннего, центрального и внешнего. В центральном кольце под стержни обмотки, выходящие из пазов статора, профрезерованы паза (рис. 3). В этих пазах стержни надежно закреплены с помощью внутреннего кольца. Соединительные вилки расположены между центральным и внешним кольцом. Таким образом, места пайки стержней и вилок вынесены далеко от корпуса и хорошо доступны. Пайка осуществлялась газовой сваркой меднофосфористым припоем. На рис. 4 показан узел крепления лобовых частей обмотки статора.

Ротор крепится в стояковых подшипниках. Сборка машины производилась на стальной плите толщиной 60 мм, установленной на бетонном фундаменте. При этом для устранения влияния механического воздействия импульсов генератора на фундамент здания, в котором он установлен, бетонное основание генератора отделено от фундамента здания эластичными прокладками. На одной плите с генератором установлены нагрузка и асинхронный двигатель, приводящий во вращение ротор генератора со скоростью, близкой к 3000 об/мин. В качестве нагрузки использованы блоки электромагнита синхротрона на 1,5 Гэв с переключаемыми обмотками возбуждения. На время работы генератора приводной двигатель отключается от сети. Включение и выключение генератора осуществляется ионно-механическим коммутирующим устройством.

В момент разрыва статорной цепи генератора обмотка возбужде-



Р и с. 3. Центральное кольцо.

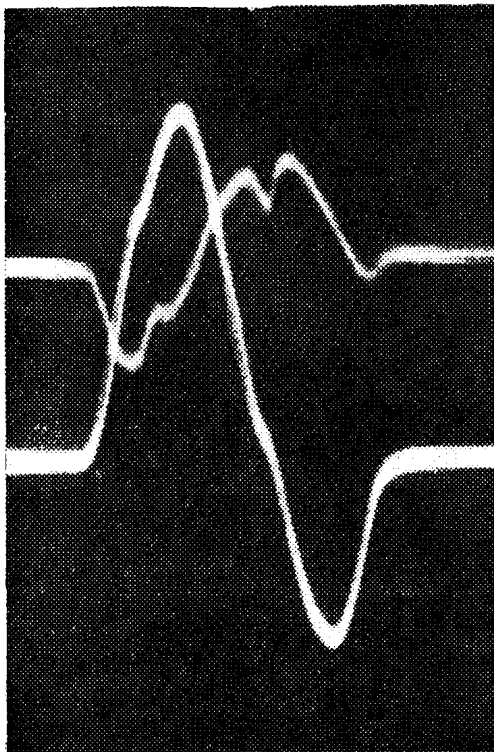


Р и с. 4. Крепление лобовых частей обмотки статора.

ния его, питаемая от возбуждательного агрегата, закорачивается сопротивлением гашения поля.

Экспериментальные исследования модели показали хорошее совпадение расчетных и опытных параметров машины (табл. 1).

На осциллограмме (рис. 5) представлены кривые тока возбуждения и ударного тока генератора. Амплитуда э.д.с. при полностью возбужденном генераторе достигает 410 вольт, амплитуда тока внезапно-го короткого замыкания 21 500 ампер. Проведенные предварительные



испытания модели генератора ударной мощности показали ее хорошие технические данные.

Т а б л и ц а 1

Параметр	Расчет	Эксперимент
r_1 (ом)	0,0028	0,0031
r_2 (ом)	0,1085	0,1080
x_{s1} (ом)	0,0158	0,0167
x_d о. е.	0,8758	0,8770
x_d'' о. е.	0,0574	0,0570

Р и с. 5. Осциллограммы тока возбуждения и ударного тока генератора.

где

r_1, r_2 — активные сопротивления обмоток статора и возбуждения,

x_{s1} — сопротивление рассеяния обмотки статора,

x_d — индуктивное синхронное сопротивление генератора по продольной оси,

x_d'' — сверхпереходное индуктивное сопротивление генератора по продольной оси.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. А. Сипайлов, К. А. Хорьков. О высших гармонических в кривой э.д.с. генератора. Межвузовский сборник трудов, вып. 3, Новосибирск, 1963.
2. Г. А. Сипайлов, К. А. Хорьков. Удельная энергия ударного генератора. Известия ТПИ, т. 132, 1965.
3. Г. А. Сипайлов, К. А. Хорьков. Мощность, энергия и машинная постоянная ударного генератора. Известия ТПИ, том 132, 1965.
4. Г. А. Сипайлов, К. А. Хорьков. К выбору основных размеров ударного генератора. Известия ТПИ, т. 132, 1965.
5. Г. А. Сипайлов, К. А. Хорьков. К выбору обмотки статора ударного генератора. Известия ТПИ, т. 138, 1965.
6. Г. А. Сипайлов, К. А. Хорьков. К выбору обмотки ротора ударного генератора. Известия ТПИ, т. 138, 1965.
7. Г. А. Сипайлов, К. А. Хорьков. К выбору величины воздушного зазора ударного генератора. Известия ТПИ, т. 138, 1965.
8. М. П. Костенко. Электрические машины, специальная часть. ГЭИ, 1949.
9. Е. Г. Комар. Ударные генераторы завода «Электросила», ВЭП № 1, 1940.