

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ САМОВОЗБУЖДАЮЩЕГОСЯ ЭСГ

Ю. Г. ЛЕЛЕКО

(Представлена научным семинаром кафедры ТОЭ и лаборатории роторных ЭСТ
НИИ ЯФ)

К внешним факторам, влияющим на выходные параметры ЭСГ, без изменения его геометрии и принципа работы, и изменяя которые мы имеем возможность регулировать ток или напряжение на выходе генератора, можно отнести: нагрузку, на которую работает генератор и величина сопротивления которой может изменяться в процессе работы; давление внутри корпуса генератора и химический состав газа, применяемого в качестве рабочей среды; напряжение питания двигателя, влияющее на скорость вращения ротора. Влияние некоторых из этих величин на выходные параметры подробно рассмотрено в применении к генераторам, работающим с посторонним источником возбуждения [1, 2], влияние других изучено менее подробно, но, исследуя работу малогабаритного самовозбуждающегося ЭСГ, нельзя, очевидно, механически перенести степень влияния каждого из них с одного типа ЭСГ на другой. В связи с этим необходимо рассмотреть влияние этих факторов на выходные параметры именно малогабаритного самовозбуждающегося ЭСГ.

Для решения этих вопросов были проведены эксперименты с малогабаритным самовозбуждающимся ЭСГ, конструкция которого описана в работе [3]. Генератор работал на активную нагрузку, сопротивление которой можно было менять от 16,6 гОм до 41,4 гОм , что соответствует изменению тока нагрузки от 0,9 до 3 мкА для генератора, стабилизированного на выходное напряжение 40 кВ . При этом в режиме непрерывной работы изменение величины напряжения нагрузки происходит в пределах $\pm 5\%$. На специально выполненном делителе из активных сопротивлений, конструкция которого позволяла изменять величину сопротивления нагрузки в пределах 10—80 гОм без остановки генератора, была выяснена зависимость выходного напряжения от величины сопротивления нагрузки. На рис. 1 представлены эти данные для генератора с напряжением нагрузки 40 кВ при различной величине давления внутри корпуса. Для генератора без дополнительной щетки напряжение нагрузки резко возрастает с увеличением сопротивления нагрузки. При введении дополнительной щетки потенциал индуктора возбуждения остается практически постоянным, следовательно, и напряжение нагрузки не увеличивается с ростом сопротивления нагрузки. В этом случае избыточный заряд с индуктора снимается через дополнительную щетку. Изменение напряжения нагрузки в данных опытах составляло 7—10% от номинального.

При исследовании влияния давления газа внутри корпуса генератора проведен ряд экспериментов с несколькими генераторами и с различными газами в качестве рабочей среды. По их результатам можно сделать вывод, подтверждающий сделанное ранее для генераторов с внешним возбуждением заключение, что наиболее приемлемым газом является водород [1, 3]). Для других газов, использовавшихся в экспериментах, зависимости имеют тот же характер, что и для водорода. На рис. 2 приведены нагрузочные характеристики генератора при различном давлении и для двух значений напряжения питания двигателя.

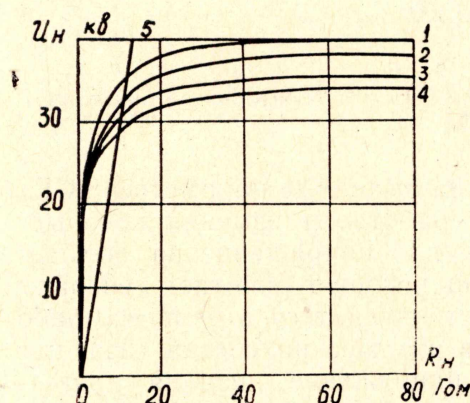


Рис. 1. 1 — 7 ати, 2 — 6 ати, 3 — 5 ати, 4 — 4 ати, 5 — 6 ати без дополнительной щетки

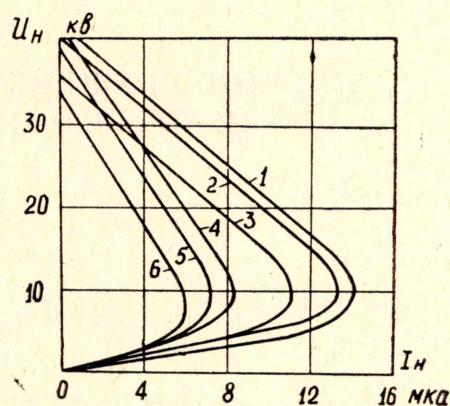


Рис. 2.

- | | |
|-----------|-------------------------------|
| 1 — 7 ати | } при $U_{дв} = 12 \text{ в}$ |
| 2 — 6 ати | |
| 3 — 5 ати | |
| 4 — 7 ати | } при $U_{дв} = 8 \text{ в}$ |
| 5 — 6 ати | |
| 6 — 5 ати | |

При изменении давления внутри корпуса происходит изменение величины выходного напряжения и тока независимо от того, применяется дополнительная стабилизирующая щетка или нет. Действительно, изменение электрической прочности рабочей среды при уменьшении давления, например, увеличивает утечки заряда с транспортеров вспомогательного ротора при одном и том же потенциале на них, а это приводит к уменьшению потенциала на индукторе возбуждения и соответственно к уменьшению тока и напряжения нагрузки.

Регулирующий эффект дополнительной щетки сказывается только при увеличении давления выше значений, необходимых для получения отрегулированного выходного напряжения. В этом случае не наблюдается увеличения напряжения сверх определенного предела, так как при постоянном зазоре дополнительная щетка-коллектор вспомогательного ротора увеличение электрической прочности среды не уменьшает в достаточной степени утечек зарядов с транспортеров вспомогательного ротора.

Скорость вращения ротора, пропорционально которой изменяется ток нагрузки, имеет большое значение для получения стабильных характеристик при непрерывной длительной работе генератора. Так как измерить непосредственно число оборотов ротора генератора при его работе под нагрузкой невозможно, то скорость вращения ротора оценивалась по току, потребляемому двигателем в процессе работы. Для этого при работе генератора только с одним ротором (без корпуса и внешнего статора) снимались зависимости оборотов ротора от напря-

жения питания двигателя и от потребляемого тока при постоянном напряжении питания. По этим данным построены зависимости скорости вращения ротора от напряжения питания двигателя и потребляемого им тока, которые позволяют с достаточной степенью точности определить число оборотов ротора при работе под нагрузкой. Так, например, при длительной работе генератора в нагрузочном режиме потребляемый ток двигателя ДПР-32-Н-1 равен 60 ма, что соответствует скорости вращения ротора примерно 6000 об/мин. При увеличении потребляемого тока на 50% скорость вращения ротора уменьшается на 40—45%. На рис. 3 приведены зависимости напряжения нагрузки генератора, отрегулированного на номинальное напряжение 30 кВ, от напряжения питания двигателя при нескольких значениях сопротивления нагрузки. Генератор работал в среде сжатого до 6 атм водорода. Приведенные зависимости показывают, что для генератора с дополнительной коронирующей щеткой, при изменении напряжения питания двигателя от 6 до 20 в и изменении тока нагрузки от 0,5 до 2 мка напряжение нагрузки увеличивается примерно на 7% от минимального значения. При работе генератора без дополнительной щетки напряжение нагрузки быстро возрастает до значения достаточных для возникновения разряда по коллектору основного ротора.

Проведенные исследования режима работы двигателя показали, что при длительной непрерывной работе в течение нескольких десятков часов тепловой режим двигателя не влияет на выходные параметры генератора. В то же время при практически постоянном напряжении питания ток двигателя изменяется с изменением величины напряжения нагрузки и эта зависимость тем сильнее, чем выше величина выходного напряжения. При постоянном напряжении нагрузки ток двигателя также остается постоянным. Причина такой зависимости заключается, по-видимому, в том, что ионизационные процессы в щелочно-коллекторной системе, интенсивность которых зависит от величины напряжения нагрузки, определенным образом влияют на ток приводного двигателя. При увеличении напряжения нагрузки усиливающиеся ионизационные процессы увеличивают ток двигателя и наоборот. Применение дополнительной коронирующей щетки, позволяющей стабилизировать напряжение нагрузки в определенных пределах, ограничивает и возрастание тока двигателя, следовательно, при определении скорости вращения ротора необходимо учитывать влияние процессов ионизации на ток двигателя. Это можно сделать, если известна вольтамперная характеристика коронного разряда между коллекторными пластинами основного ротора и щетками. При применении дополнительной коронирующей щетки можно устанавливать такие значения выходного напряжения, когда ионизационные процессы еще не влияют на ток двигателя, что позволяет не учитывать их при определении скорости вращения ротора.

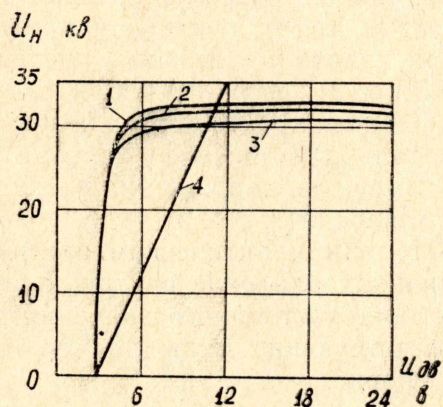


Рис. 3. 1. $R_n = 55$ Гом, 2. $R_n = 41,4$ Гом, 3. $R_n = 16,6$ Гом, 4. $R_n = 41,4$ Гом без дополнительной щетки

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод, что внешние факторы практически не влияют на изменение выходных параметров генератора при введении дополнительной коронирующей щетки в систему вспомогательного ротора. Эта щетка позволяет стабилизировать величину выходного напряжения генератора в заранее заданных пределах практически при любых изменениях внешних факторов, регулировать напряжение нагрузки от нуля до значений, при которых происходят газовые разряды внутри генератора. При этом для получения напряжения 30 кВ необходимо иметь длину зазора дополнительной щетка-коллекторной пластины порядка 1—1,5 мм, а для напряжения 40 кВ—3,0-3,5 мм при применении в качестве рабочей среды водорода под давлением 6 атм. Исключение составляет только изменение давления внутри корпуса генератора, вызывающее изменение напряжения нагрузки (более значительное при уменьшении давления).

Но при практическом применении генераторов в промышленных установках давление внутри корпуса изменяться не будет, а для поддержания постоянного значения давления в генераторе предусмотрены соответствующие меры для его контроля и поддержания на постоянном уровне.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Ф. Калганов. Разработка и исследование некоторых типов роторных ЭСГ. Диссертация, Томск, 1962.
 2. В. И. Левитов, А. Г. Ляпин. Электростатические генераторы с жестким ротором. Ч. 1, М., ЦИНТИЭлектропром, 1963.
 3. Ю. Г. Лелекэ. Вопросы исследования малогабаритного самовозбуждающегося электростатического генератора. Изв. ТПИ, т. 227, 1972.
-