

УДК 621.313.004.14.629.12

А.В. Григорьев, А.В.Селезнев, А.Н. Чесноков (3 курс, каф. ЭТВТиА, СПИМаш),
О.В. Сулова к.т.н., СПИМаш

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ СТАБИЛИЗАЦИИ ЧАСТОТЫ И НАПРЯЖЕНИЯ В СУДОВЫХ УСТАНОВКАХ

Основным достоинством валогенераторных (ВГ) систем является их экономичность. Экономия особенно значительна в случае параллельной работы утилизионного турбогенератора (УТГ) и ВГ из-за возможности использования всей мощности УТГ (т.е. повышение экономичности самих УТГ), что невозможно в случае параллельной работы УТГ и дизель-генератора вследствие недопустимости снижения среднестатической нагрузки последнего ниже 40...60 % в режиме параллельной работы.

С учетом использования выпускаемого промышленностью оборудования, а также с учетом обязательного наличия средств связи с силовой установкой в виде механических передач, в большинстве случаев оптимальными являются ВГ системы на основе дифференциала. Разработка этих систем, как правило, осуществляется комплексно с одновременным созданием указанных средств связи в виде наиболее надежных согласующих зубчатых передач. В силовых установках, имеющих вал отбора (дизеля с носовым концом вала; дизель - редукторные, паро - и газотурбинные установки с выведенным валом редуктора), дифференциальный механизм может одновременно выполнять функцию согласующей передачи, а иногда и функцию разобщительной муфты.

В связи с этим основная цель работы заключалась в исследовании ВГ систем на основе дифференциала, разработке рекомендаций по их применению на судах различных типов и классов, выработке мероприятий по промышленному созданию необходимых узлов и элементов системы. Для достижения этой цели в работе были поставлены следующие задачи: 1) Дать классификацию ВГ систем на основе дифференциала, рассмотреть их типовые структуры. 2) Проанализировать статические режимы работы рассматриваемых ВГ систем, получить выражения, позволяющие определять установленную мощность машин контура регулирования при выборе их из числа двигателей или генераторов. 3) Определить границы эффективного применения ВГ систем на основе дифференциала, обеспечивающих получение электроэнергии нормированного качества.

В обобщенном виде ВГ системы подразделяются по нескольким признакам в зависимости от средств механической связи систем, качества генерируемой ими электроэнергии, непрерывности питания, средств стабилизации параметров электроэнергии.

ВГ системы на основе дифференциала включают, кроме синхронного ВГ, маломощные электрические элементы, составляющие контур регулирования (КР), воздействующий на регулируемый вал дифференциала, представляющий собой планетарный механизм с двумя степенями свободы. Эти системы классифицируются по нескольким признакам: 1) в зависимости от направления замыкания КР (на входной вал дифференциала (1), на выходной вал дифференциала (2), на синхронный ВГ (3)); 2) в зависимости от примененных в КР технических средств (по схеме Г-Д постоянного тока (4), по схеме машины постоянного тока и статического преобразователя напряжения (5); по схеме асинхронного каскада (6), по схеме асинхронной машины и статического

преобразователя частоты (7), по схеме асинхронной к.з. машины и статического преобразователя частоты (8)).

Таблица

| № схемы | Текущие значения регулирующей мощности $\omega_a \in (\gamma; 1)$ | Установленные мощности | | | |
|------------|--|----------------------------|---|---|--------------------------------------|
| | | P_r | $P_{кр.эл.}$ | $P_{кр.тир.}$ | $\sum P_i$ |
| 1 | $1 - \frac{2}{1+\gamma} \omega_a$ | 1 | $2 \frac{1-\gamma}{1+\gamma}$ | - | $\frac{3-\gamma}{1+\gamma}$ |
| 2 | $\frac{2\gamma}{1+\gamma} \frac{1}{\omega_a} - 1$ | 1 | $2 \frac{1-\gamma}{1+\gamma}$ | - | $\frac{3-\gamma}{1+\gamma}$ |
| 3 | $\frac{2\gamma}{1+\gamma} \frac{1}{\omega_a} - 1$ | 1.04- 1.10 | $3 \frac{1-\gamma}{1+\gamma}$ | - | $\frac{3-2\gamma}{1+\gamma}$ |
| 4 | $\frac{2\gamma}{1+\gamma} \frac{1}{\omega_a} - 1$ | $\frac{2}{1+\gamma}$ | $2 \frac{1-\gamma}{1+\gamma}$ | $\frac{1-\gamma}{1+\gamma}$ | $\frac{4-2\gamma}{1+\gamma}$ |
| 5 | $\frac{1-\omega_a}{(1+\gamma)-\omega_a}$ | $\frac{1+\gamma}{2\gamma}$ | $\frac{(1-\gamma)(1+4\gamma)}{1\gamma}$ | - | $\frac{1+2\gamma(1-\gamma)}{\gamma}$ |
| 6 | $\frac{1-\omega_a}{(1+\gamma)-\omega_a}$ | $\frac{1+\gamma}{2\gamma}$ | $\frac{1-\gamma}{2\gamma}$ | $1-\gamma$ | $\frac{1+\gamma(1-\gamma)}{\gamma}$ |
| 7 | $\frac{2\gamma}{1+\gamma} \frac{1}{\omega_a} - 1$ | $\frac{2}{1+\gamma}$ | $\frac{1-\gamma}{1+\gamma}$ | $\frac{5}{4} \frac{1-\gamma}{1+\gamma}$ | $\frac{13-9\gamma}{4(1+\gamma)}$ |
| 8 | $\frac{2\gamma}{1+\gamma} \frac{1}{\omega_a} - 1$ | $\frac{2}{1+\gamma}$ | $\frac{1-\gamma}{1+\gamma}$ | $\frac{5}{4} \frac{1-\gamma}{1+\gamma}$ | $\frac{13-9\gamma}{4(1+\gamma)}$ |

На основании методики, изложенной в работе [1], были получены формулы для расчета энергетических показателей (см.табл.) валогенераторных систем, классифицированных выше. В таблице приняты следующие обозначения: $P_{кр.эл.}$, $P_{кр.тир.}$, P_r - относительные мощности всех электрических машин КР, тиристорного преобразователя, валогенератора соответственно; $\sum P_i$ - суммарная мощность всех элементов системы; γ - относительный диапазон регулирования скорости.

Для расчета энергетических показателей валогенераторных систем была составлена программа на языке высокого уровня Паскаль 7.0. Программа позволяет рассчитывать энергетические и весовые показатели всех рассмотренных систем при любом диапазоне регулирования скорости, а также определять структуры систем с оптимальными в заданных условиях энергетическими показателями.

Изложенные в работе результаты исследований позволяют сформулировать выводы и рекомендации по применению ВГ систем. Вот некоторые из них: 1) Поскольку максимальный экономический эффект от внедрения ВГ систем обеспечивается на судах с длительными ходовыми режимами, то рассмотренные системы особенно рациональны для танкеров, рефрижераторов, сухогрузов, контейнерных и т.п. судов. Наивысший экономический эффект достигается при параллельной работе ВГ системы с

утилизационными турбогенераторами. 2) В качестве перспективных рекомендуются ВГ системы на основе дифференциального механизма, встраиваемого в соединительную зубчатую передачу. Эти системы характеризуются благоприятными весогабаритными и энергетическими показателями, и возможностью использования выпускаемого промышленностью электрооборудования.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сулова О.В. О расчете установленной мощности электрических машин контура регулирования двухпоточных электромеханических передач. - СПб.: 1998.- 14 с.- Рукопись представлена СПИМаш, деп. в ВИНТИ 07.12.98, № 3563-В98.