

стиками по реактивной и активной мощности соответственно. Дополнив приведенную схему устройством отключения статизма у ведущего генератора, может быть получена астатическая система распределения мощностей.

А.С. Репин, В.В. Гуляев, О.А. Бурмакин
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

СИСТЕМА СТАРТЕРНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ДИСКРЕТНО-ИМПУЛЬСНЫМ РЕГУЛЯТОРОМ НАПРЯЖЕНИЯ И ЯЧЕЙКОВЫМИ НАКОПИТЕЛЯМИ ЭНЕРГИИ

Совершенствованию систем электростартерного пуска ДВС в последние годы уделяется повышенное внимание. Одна из причин такого интереса разработчиков к стартерному электроприводу (СЭП), заключается в появлении надежных, энергоемких и относительно недорогих накопителей энергии. В отечественной литературе они получили название импульсных конденсаторов сверхвысокой энергоемкости или суперконденсаторов. Однако по своему принципу действия такие устройства являются накопителями молекулярного типа.

На сегодняшний день отечественной промышленностью уже освоен выпуск накопителей, электрическая емкость которых составляет десятки и даже сотни Фарад, при рабочих напряжениях до 200 В.

Применение подобных накопителей позволяет эффективно резервировать в системе энергию большого объема. Поэтому были предложены системы пуска, в которых накопитель подключается не только параллельно стартерной батарее (СБ), для облегчения режима отбора мощности от последней, но и используется как независимый, индивидуальный источник питания стартерного двигателя (СД).

Всевозможные варианты схем использования накопителя в обозначенных режимах были призваны повысить надежность пуска ДВС, разгрузить СБ системы, снизив максимальное значение динамического тока разряда и улучшить характер отбора мощности от нее, переведя пиковую, кратковременную нагрузку по току, в начальный момент пуска, на накопитель. Следует отметить, что в значительной степени это удалось.

Однако уже на этапе опытной эксплуатации этих систем были выявлены их весьма острые недостатки – увеличение тока в главной цепи СД и, как следствие, ударных нагрузок на ДВС, а также невозможность повлиять на темп нарастания тока разряда СБ, из-за чего параметр $\frac{di_{CB}}{dt}$, $\left[\frac{A}{\text{мкс}} \right]$ оставался нерегулируемым (i_{CB} – ток разряда СБ).

Таким образом стало ясно, что предложенные системы решают проблему разгрузки СБ в динамических режимах пуска ДВС не полностью, а изменить темп нарастания тока вообще не представляется возможным. Последний параметр для СБ имеет колоссальное значение, так как определяет скорость отбора электрической емкости источника, которая лимитирована скоростью электрохимических реакций в нем. Тем не менее найденные технические решения электростартерных пусковых систем с накопителями однозначно способствовали повышению надежности пуска ДВС.

Причины обозначенных выше недостатков СЭП с накопителями кроются в том, что подавляющее большинство предлагаемых систем, включая системы софт-стартерного пуска, являются разомкнутыми по своей структуре, а регулятор разрядного тока СБ, как таковой, вообще отсутствует.

Одним из возможных путей реализации замкнутой системы электростартерного пуска ДВС может служить система, принципиальная упрощенная схема которой приведена на Рис. 1. Предполагается, что данная система будет использоваться для запуска мощных ДВС с тяжелыми условиями пуска.

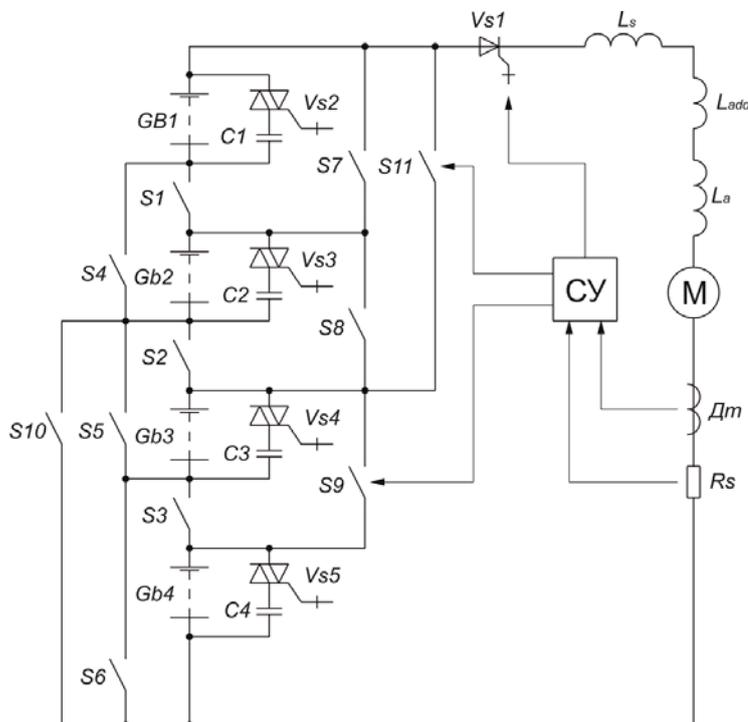


Рис. 1. Упрощенная принципиальная схема силовой части СЭП с переменной структурой источника и ЧШИМ – регулятором тока

Основной системой является источник питания СД переменной структуры, причем каждая элементарная ячейка СБ (банка) снабжена отдельным индивидуальным накопителем. Изменение структуры источника осуществляется за счет коммутации силовых ключей S1–S11 в следующей последовательности.

На первоначальном этапе пуска замыкаются ключи S4–S9. Этим обеспечивается увеличение электрической емкости СБ за счет включения ячеек источника в параллель. На втором этапе ячейки источника организуются в последовательно-параллельную схему, посредством коммутации ключей S1, S3, S10, S11. И, наконец, на завершающем этапе ячейки включаются последовательно, при соответствующем замыкании ключей S1–S3. Коммутация ячеек реализуется по специальному алгоритму, в функции тока разряда СБ i_{GB} .

Заряд ячейковых накопителей осуществляется перед пуском ДВС постоянным током, который регулируется симисторными ключами VS2–VS5. Во время пуска на каждой ступени эти ключи постоянно включены, благодаря чему обеспечивается своевременная разгрузка каждой секции СБ.

Главный ключ VS1 (регулятор-прерыватель) тока i_{GB} управляется ЧШИМ–сигналом. Поэтому в пределах каждой ступени подводимого к СД напряжения, изменяется не только ширина импульсов управления, которая пропорциональна току i_{GB} , но и их частота, являющаяся функцией темпа нарастания тока $\frac{di_{GB}}{dt}$. Последняя особенность позволяет дозировать подачу мощности от СБ к СД даже при небольших

значениях эквивалентной индуктивности цепи якоря СД. Этим обеспечивается эффективное регулирование тока разряда СБ на этапах коммутации секций источника и в начальный момент пуска.

Представляется, что подобного рода системы, не смотря на их повышенную сложность, займут свое место в регулируемом СЭП установок, которые снабжены двигателями большой мощности, а также в условиях экстремальных температур, когда запуск ДВС максимально затруднен.

В.И. Самулев, В.В. Александров, Ю.П. Мухин
 ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ СУДОВОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ТЕПЛОХОДА ПРОЕКТА «92-016»

Теплоходы проекта «92-016» строились в Чехословацкой социалистической республике на судовой верфи «Словенско Лоденице», г. Комарно с 1973 года. Данные теплохода: длина – 135,75 м; ширина – 16,80 м; высота борта – 5,05 м; осадка (средняя) – 2,83 м; скорость – 26,1 км/ч; пассажировместимость – 400 чел.; число мест экипажа – 83; автономность – 10 суток; мощность электроэнергетической установки – 630 кВА; напряжение – 400 В.

Учитывая сроки постройки и введения в эксплуатацию проблема электроснабжения судна весьма существенна. В данной статье изложены результаты расчёта надёжности существующих и предложенных схем главного тока электроэнергетической установки теплохода.

Расчёт надёжности проводился методом минимальных сечений.

Данные расчётов и схемы приведены ниже в таблице:

	Отказ элементов СЭЭС	Коэффициент готовности
	Генератор G ₁ Генератор G ₂ ГЭРЩ 1 ГЭРЩ 2 Q1 (секционный автомат)	0,9675 0,97916 0,9592 0,97916 0,9896
	Генератор G ₁ Генератор G ₂ ГЭРЩ 1 ГЭРЩ 2 Q1 (секционный автомат)	0,9675 0,99716 0,9592 0,97916 0,9896