

Экспериментально доказано, что уменьшить расход газа возможно за счет когенерации энергии путем утилизации тепла, образующегося в процессе преобразования первичных источников энергии, с помощью теплообменников, и использования этой энергии для других применений.

На рис. 1 показана система утилизации тепла контуров рубашки охлаждения и выхлопных газов двигателей, что позволяет использовать генераторную установку для одновременной выработки электрической и тепловой энергии. Как следует из схемы, контур воды потребителя проходит, соответственно, через пластинчатый теплообменник и кожухотрубный теплообменник, утилизируя тепловую энергию контуров водяной рубашки охлаждения и выхлопных газов двигателя. Для обеспечения автоматического регулирования температуры воды, в системе могут устанавливаться термостаты и автоматические клапаны для направления потока воды обратно на двигатель или на аварийный радиатор охлаждения. На входе кожухотрубного теплообменника в контуре выхлопных газов устанавливается перепускной клапан, приводимый в действие электрогидравлическим приводным механизмом. Задачей этого клапана является подача выхлопных газов непосредственно на выход (без подачи в кожухотрубный теплообменник), когда температура выхлопных газов оказывается слишком низкой (и существует риск конденсации кислоты), или в случае отсутствия необходимых рабочих условий (и срабатывания предохранительных устройств).

Таким образом, производя отбор тепловой мощности от двигателей внутреннего сгорания и передавая ее в главную систему отопления, можно существенно снизить потребление газа расходуемого в котле. Отсюда, суммарное потребление газа, как электростанцией, так и котлом, снижается, а значит, уменьшится и себестоимость вырабатываемой электроэнергии. Следовательно, может быть определен диапазон потребляемой мощности по более выгодной цене, по сравнению с ценой за сетевую электроэнергию. Также, в зависимости от режима работы водогрейного котла, возможна автономная работа электростанции для обеспечения электроэнергией потребителей указанного объекта, без потребления электроэнергии из сети.

Список литературы:

- [1] Коробко Г.И., Попов С.В, Бишлетов А.В. Алгоритм управления автономной электростанцией при параллельной работе с сетью ограниченной мощности. 13 Международный научно-промышленный форум «Великие реки – 2011». Труды конгресса. Н.Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2012. – с. 262–266.
- [2] Коробко Г.И., Попов С.В, Бишлетов А.В., Филатов А.С. Исследование параллельной работы автономного генераторного агрегата с сетью: Материалы НТК «Актуальные проблемы электроэнергетики». Н. Новгород, НГТУ, 2011. – с. 116–120.

А.С. Репин, В.В. Гуляев, Ю.С. Малышев
ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ ПУСКА ДВС С ДИСКРЕТНО-ИМПУЛЬСНЫМИ РЕГУЛЯТОРАМИ НАПРЯЖЕНИЯ СТАРТЕРНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Ключевые слова: электростартерный пуск, стартерный электропривод, дискретно-импульсный преобразователь.

Выполнен анализ класса электрических систем пуска с дискретно-импульсными преобразователями. Предложен один из вариантов построения замкнутой системы электростартерного пуска двигателей внутреннего сгорания (ДВС), с улучшенными

динамическими и энергетическими характеристиками. Использование предлагаемого преобразователя в составе электростартерных систем пуска позволяет снизить ток потребления от автономного источника, повысить надежность пуска, увеличить ресурс стартерных батарей.

Электрические системы пуска быстроходных и высокофорсированных судовых ДВС, на сегодняшний день, используют режим прямого включения, когда стартерный двигатель (СД) получает энергию напрямую от стартерной батареи (СБ). Такие системы называют электростартерными и в подавляющих случаях именно такой вариант компоновки оборудования применяется при комплектации стартерного привода на практике. Это относится как к существующим, эксплуатирующимся системам пуска, так и к вновь разрабатываемым.

Софт-стартерный электропривод с разомкнутым или замкнутым контуром регулирования тока разряда СБ в процессе пуска ДВС при всех известных достоинствах его использования применяется все еще крайне редко. Но даже и его использование в системах пуска ДВС большой мощности (сотни кВт) часто оказывается не эффективным. Причиной не эффективного ограничения тока в динамике на первоначальном этапе пуска является низкое значение индуктивности цепи якоря СД и, как следствие, его электромагнитной постоянной времени. Это приводит к тому, что при приложении к СД импульсного напряжения с амплитудой номинального напряжения стартерной батареи, ток разряда резко возрастает. Поэтому решать задачу токоограничения посредством изменения интенсивности нарастания среднего напряжения, подводимого к СД, нецелесообразно.

Одним из вариантов решения этой проблемы является совместное использование в силовом канале стартерного электропривода дискретного преобразователя напряжения, который предлагается применять совместно с софт-стартером. Смысл введения дискретного преобразователя напряжения заключается в следующем.

На первоначальном этапе пуска, когда происходит отрыв коленчатого вала ДВС из состояния покоя, преобразователь напряжения формирует пониженное напряжение, подводимое к софт-стартеру. На данном этапе электрическая емкость СБ утраивается, за счет параллельного включения ее отдельных ветвей, благодаря чему происходит уверенная раскрутка вала ДВС при эффективном ограничении тока разряда СБ.

При достижении током определенного значения, напряжение на выходе дискретного регулятора удваивается, происходит разгон ДВС вплоть до пусковой частоты вращения.

При дальнейшем повышении тока разряда преобразователь формирует на выходе напряжение, равное номинальному напряжению стартерной батареи. На данном этапе пуска все ветви СБ включены последовательно и ее электрическая емкость равна номинальной.

В случае превышения током разряда максимального значения, вступает в действие двухпозиционный регулятор в замкнутом контуре регулирования тока разряда, который подает команду на переход с наивысшего напряжения на среднее напряжения питания привода. Если ток продолжит расти происходит выработка управляющего воздействия на преобразователь с целью формирования пониженного напряжения питания.

Таким образом, предлагаемый преобразователь имеет 3 дискретных выходных уровня напряжения, которые меняются в процессе пуска. Эффективная работа системы обеспечивается тем, что непосредственно в процессе пуска происходит непрерывное отслеживание тока разряда с выработкой сразу 2-х управляющих воздействий, как в функции самого тока разряда, так и в функции интенсивности его нарастания: на преобразователь дискретного напряжения, с целью эффективного ограничения скачков тока и на софт-стартер, с целью его плавного регулирования. На рис. 1 представлена динамическая характеристика изменения тока разряда СБ, полученная в результате проведенного моделирования.

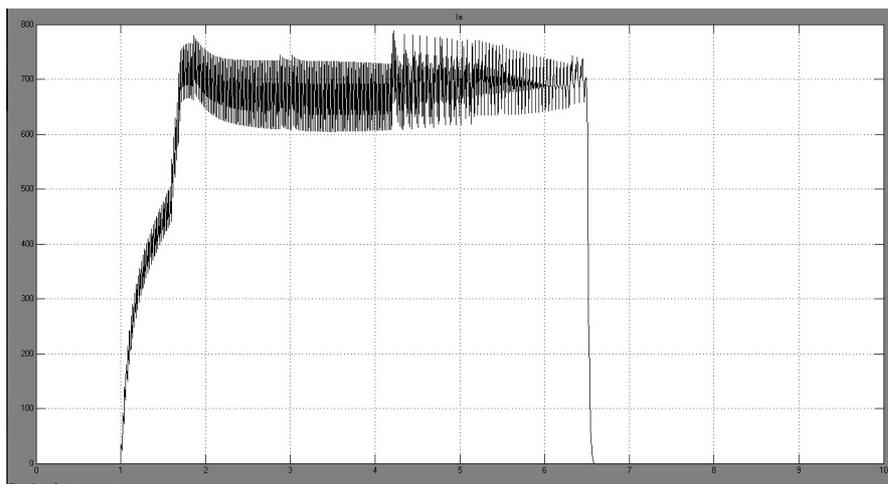


Рис. 1. Динамическая характеристика переходного режима пуска ДВС с использованием дискретно импульсного преобразователя энергии – $i_{CB} = f(t)$

В процессе пуска на любом из этапов возможны переключения не только между наивысшим и средним значениями формируемого напряжения и наоборот, но также и между средним и пониженным его значениями. Интенсивность нарастания подводимого к СД напряжения в процессе пуска также не остается постоянной и задается с помощью отдельного адаптивного регулятора тока разряда в общей системе управления пусковым процессом.

Благодаря такой предлагаемой комбинированной системе пуска улучшается отбор энергии от СБ, снимаются пиковые нагрузки большой амплитуды и малой длительности как на СБ, так и на механические узлы и детали ДВС, создаются хорошие условия для плавного и безударного пуска двигателя. Перечисленные особенности пуска с использованием предлагаемой системы позволяют говорить о повышении надежности пуска, увеличении ресурса основных элементов СЭП и ДВС при сохранении требуемых временных параметров пускового процесса.

Список литературы:

- [1] Бирзникс Л.В. Импульсные преобразователи постоянного тока. М., «Энергия», 1974. 256 с. с ил.
- [2] Нелинейные системы управления с частотно- и широтно-импульсной модуляцией. Кунцевич В.М., Чеховой Ю.Н. «Техніка», 1970, 340 стр.
- [3] Пуск и реверс судовых дизелей. Кузьмин Р. В., Карпович В. А. Изд-во «Транспорт», 1972, 144 с.
- [4] Control System Design. G.C. Goodwin, S.F. Graebe, M.E. Salgado, 1-st edition, Prentice Hall, 2001, 911 p.
- [5] Feedback Control Systems. C.L. Phillips, R.D. Harbor, 4-th edition, Prentice Hall, 2000, 616 p.