УДК 681.53

ВЛИЯНИЕ АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ НА ПОДДЕРЖАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

М. К. МЕЛИХОВ, Р. Р. САЛАХОВ
Научный руководитель А. М. ЕРМАКОВ, канд. техн. наук, доц.
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева-КАИ
Казань, Россия

Автоматическое поддержание заданной температуры в теплогидравлических системах является особенно актуальной задачей при эксплуатации электромобилей и электробусов, но при их эксплуатации также важную роль играет потребление энергии на вспомогательные системы, в том числе на систему автоматического регулирования температуры.

Для исследования точности поддержания температуры и затрачиваемой на это энергии создана одномерная модель системы охлаждения, имитирующая охлаждение силового электрооборудования электромобиля (рис. 1).

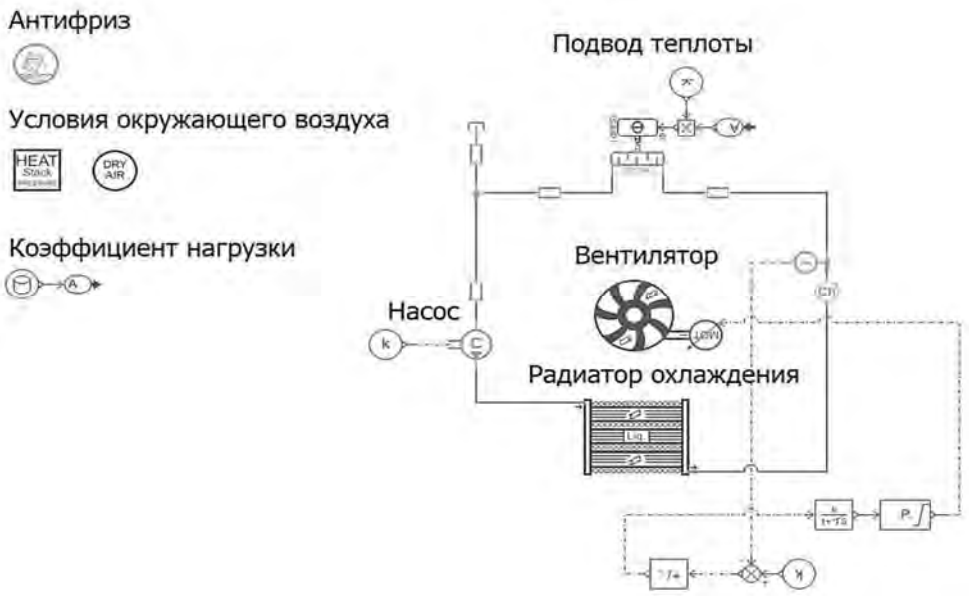

Рис. 1. Одномерная модель автоматического поддержания температуры

Модель состоит из насоса, радиатора охлаждения с вентилятором и теплообменника с подводом теплоты для имитации тепловыделений силового электрооборудования при работе, для оценки динамических характеристик тепловыделения, пропорциональные нагрузке при эксплуатации в European transient cycle. Целевая температура – 22,5 °C, температура окружающего воздуха – 10 °C. Рассмотрены следующие алгоритмы при работе с вентилятором: включение на номинальную скорость и его выключение; ступенчатое изменение оборотов; регулирование оборотов с помощью PID-контроллера с плавным изменением частоты вращения.

Наиболее качественное поддержание заданной температуры в диапазоне +0,5 °С реализуется при использовании ПИ- и ПИД-регуляторов (рис. 2), самое большое перерегулирование при использовании П-регулятора – 1,2 °С.

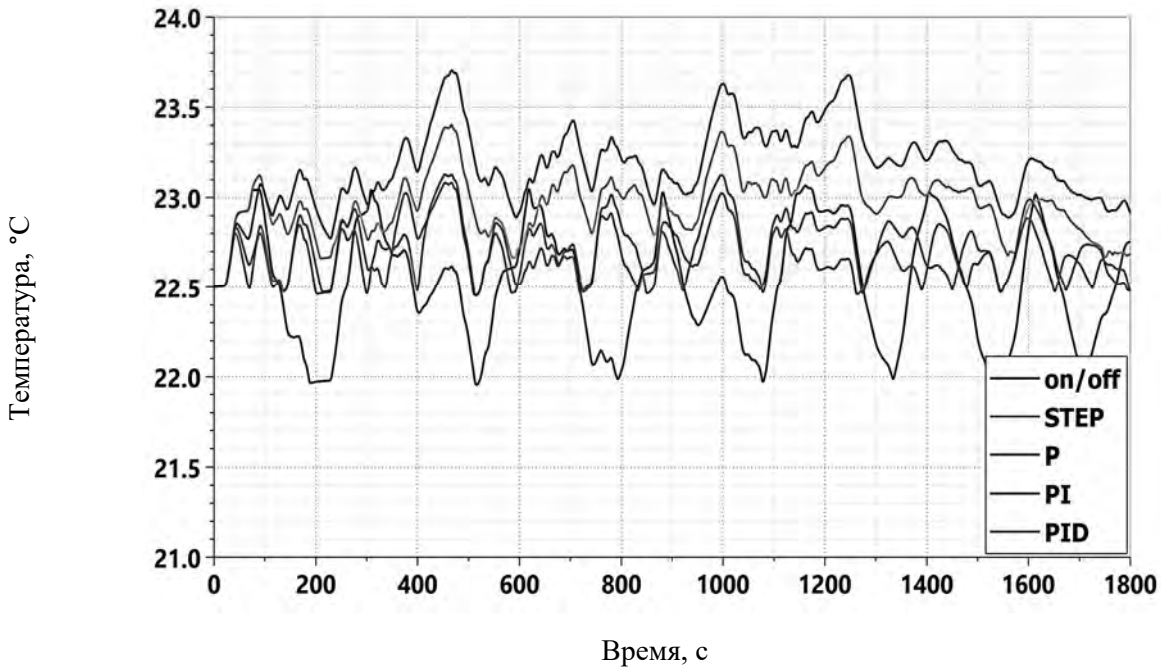

Рис. 2. Температура охлаждающей жидкости при различных алгоритмах управления вентилятором

Постоянная работа на максимальных оборотах приводит к значительному потреблению энергии (табл. 1). В случае работы на частичных нагрузках потребление существенно сокращается.

Табл. 1. Основные характеристики при различных алгоритмах регулирования скоростью вентилятора

Алгоритм управления	Односкоростной (вкл./выкл.)	Ступенчатый алгоритм	Регулятор		
			П	ПИ	ПИД
Средняя мощность на привод вентилятора, Вт	926	68	36	238	384
Экономия потребляемой мощности за цикл, %	–	92,6	96,1	74,3	58,6

Минимальное потребление энергии на привод вентилятора реализуется на базе пропорциональных алгоритмов ступенчатого и П-регулятора. Для снижения энергопотребления при допустимом перерегулировании возможно использовать корректировку целевой температуры до 22 °С для устранения статической ошибки регулирования, что позволяет уменьшить перерегулирование П-регулятора до 0,7 °С, потребляемая мощность возрастает при этом до 42,3 Вт.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-19-0037.

.