

УДК 62-835

СРАВНЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ВСЕНАПРАВЛЕННЫХ КОЛЕС АВТОНОМНЫХ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ

А. А. РАДКЕВИЧ

Научный руководитель С. А. ПАВЛЮКОВЕЦ, канд. техн. наук, доц.

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси

Минск, Беларусь

Системы электроприводов колес автономных мобильных роботов (АМР) принято классифицировать на две категории: дискретные и интегрированные. Дискретные системы состоят из отдельных компонентов, которые располагаются вдали от самого колеса (внеколесные конструкции). В интегрированной конструкции компоненты интегрированы в саму колесную сборку, как часть интегрированного пакета (наколесные конструкции), или напрямую соединены с колесом (внутриколесные конструкции).

В системах интегрированных электроприводов колес АМР наиболее выгодными и рациональными с точки зрения регулировочных и энергетических показателей являются вентильные электродвигатели (БДПТ, СДПМ), которые вытеснили менее эффективные асинхронные электродвигатели и менее отказоустойчивые коллекторные двигатели постоянного тока.

Не имеется однозначного ответа на вопрос о том, какая система интегрированного электропривода является наиболее эффективной. На выбор типа интегрированного колёсного электропривода оказывают влияние ряд условий: режимы движения АМР (частота разгонов и торможений, максимальная скорость движения и диапазон скоростей), требования к динамике (максимальное ускорение и требуемый крутящий момент), профиль статического момента и нагрузки и др. [1].

В динамическом цикле с широким диапазоном скоростей и высокими динамическими моментами редукторные конструкции (мотор-колеса и интегрированные в ступицу мотор-редукторы) обеспечивают высокую динамику с меньшими потерями энергии, более высокую удельную плотность мощности и меньшие удельные энергозатраты по сравнению с безредукторными мотор-колёсами прямого привода в случаях, когда снижение потерь в обмотках превышает суммарные потери редуктора. Иные результаты наблюдаются при стабильном равномерном движении АМР с низкой скоростью и минимальными ускорениями в динамике. Отсутствие редуктора не добавляет потерь мощности и КПД в механической части, из-за чего безредукторное мотор-колесо превосходит интегрированные редукторные приводы не только по наивысшему КПД (0,92...0,95), но и по наименьшим удельным энергетическим затратам, несмотря на низкую удельную плотность мощности и удельным крутящим моментом, ограниченным собственным моментом двигателя.

В связи с актуальностью задачи проектирования эффективных и компактных интегрированных колёсных электроприводов для АМР целью исследования

является сравнение удельных энергетических затрат для некоторых наиболее распространенных систем интегрированных электроприводов АМР. Под удельными энергетическими затратами, как одному из критериев энергоэффективности, понимается потребленная электроприводом электрическая энергия на преодоление единицы пути.

Проведем моделирование движения четырехколесного АМР на меканум-колесах по криволинейной траектории (лемниската) с постоянной линейной скоростью 0,4 м/с, ускорение при разгоне и торможении 0,1 м/с² (среда моделирования – MATLAB Simulink) при использовании трех типов интегрированных электроприводов: безредукторные мотор-колеса, редукторные мотор-колеса, интегрированные в ступицу колеса мотор-редукторы на основе вентильных БДПТ. Результаты моделирования – графики зависимостей удельных энергетических затрат от времени $\varepsilon = f(t)$ представлены на рис. 1.

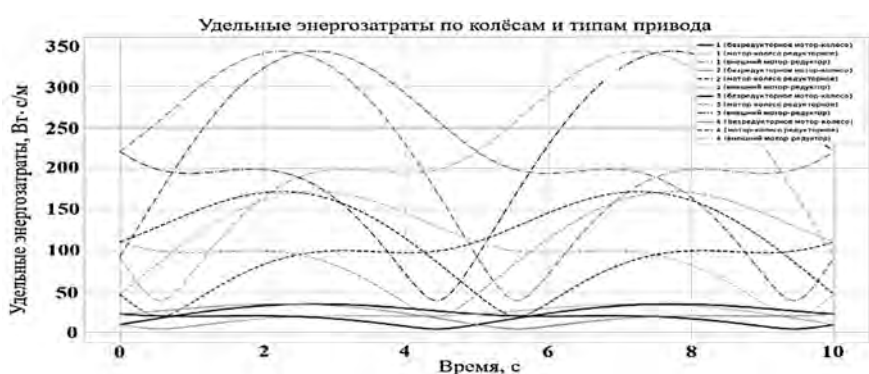


Рис. 1. Графики зависимостей удельных энергетических затрат от времени $\varepsilon = f(t)$ для каждого из четырех колес АМР для трех типов интегрированных систем электроприводов

Из графиков (см. рис. 1) следует, что удельные энергетические затраты минимальны для безредукторных мотор-колес (в пределах 5...40 Вт·с/м), высокие для редукторных мотор-колес (в диапазоне 20...70 Вт·с/м) и максимальны для интегрированных мотор-редукторов (достигают 330 Вт·с/м).

Поскольку профиль скорости плавный, а исследуемые приводы имели сходную плотность крутящего момента, электрические потери оказываются равными. Разница по удельным энергетическим затратам сводится к механическим потерям на трение в передаче: в безредукторном мотор-колесе они отсутствуют, в редукторном мотор-колесе составляют несколько процентов, в интегрированном мотор-редукторе – наибольшие за счет дополнительных узлов. Вклад зубчатых потерь прямо пропорционален общему энергопотреблению, и безредукторное мотор-колесо оказывается самым экономичным, редукторное мотор-колесо показывает средний результат, а интегрированный мотор-редуктор потребляет наибольшую долю энергии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьев, М. А. Удельные массогабаритные показатели электроприводов / М. А. Григорьев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2013. – Т. 13, № 1. – С. 111–117.