

Д. И. ПОПОВ, д-р. техн. наук, доц.

Е. И. МИНЖАСОВ

Омский государственный университет путей сообщения
«ОмГУПС» (Омск, Россия)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕСУЩЕЙ ЧАСТОТЫ УПРАВЛЯЕМЫХ ИНВЕРТОРОВ НА РАБОТУ СИСТЕМЫ ИСПЫТАНИЯ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ МЕТОДОМ ВЗАИМНОЙ НАГРУЗКИ

Аннотация. Рассматривается влияние несущей частоты широтно-импульсной модуляции (ШИМ) в частотных преобразователях на эффективность работы нагрузочной машины в составе электротехнической системы испытания асинхронных двигателей. Исследования проведены с применением разработанной ранее имитационной модели системы испытания асинхронных двигателей методом взаимной нагрузки. Изучено влияние изменения несущей частоты ШИМ управляемых инверторов на энергоэффективность системы испытания и определения оптимальной несущей частоты.

Ключевые слова: асинхронная машина, потери мощности, взаимная нагрузка, несущая частота ШИМ.

В настоящее время лидирующую позицию в промышленности и на транспорте занимают асинхронные двигатели благодаря своей конструктивной простоте и высокой надежности. Их широкое применение предъявляет к ним высокие требования точности контроля параметров и энергоэффективности. Таким образом, массовое применение асинхронных двигателей обуславливает необходимость использования соответствующих систем испытания [1, 2].

Обеспечения высоких показателей энергоэффективности позволяют достичь существующие системы испытания, основанные на методе взаимной нагрузки. Для этого в системах такого типа необходимо обеспечить точное регулирование нагрузки и частоты вращения асинхронных двигателей [3, 4]. Для данной задачи в схемах испытания используют управляемые инверторы с ШИМ, входящие в состав преобразователей частоты (ПЧ). Однако, большинство типовых методик испытаний асинхронных двигателей осуществляют выбор несущей частоты ШИМ без учета энергоэффективности испытательной системы.

С целью изучения влияния изменения несущей частоты ШИМ управляемых инверторов на энергоэффективность системы испытания разработана имитационная модель в программе *SimInTech* [5], схема которой приведена на рис. 1. Представленная имитационная модель состоит из двух асинхронных машин, обозначенных на схеме, как АД1 (работает в двигательном режиме) и АД2 (нагрузочная). Питание всей схемы осуществляется от источника E , подключенного к трансформатору T . Первый ПЧ состоит из мостового выпрямителя $UZ1$, собранного из диодов, и инвертора напряжения $UZ2$,

управляемого сигналами от источника $K1$.

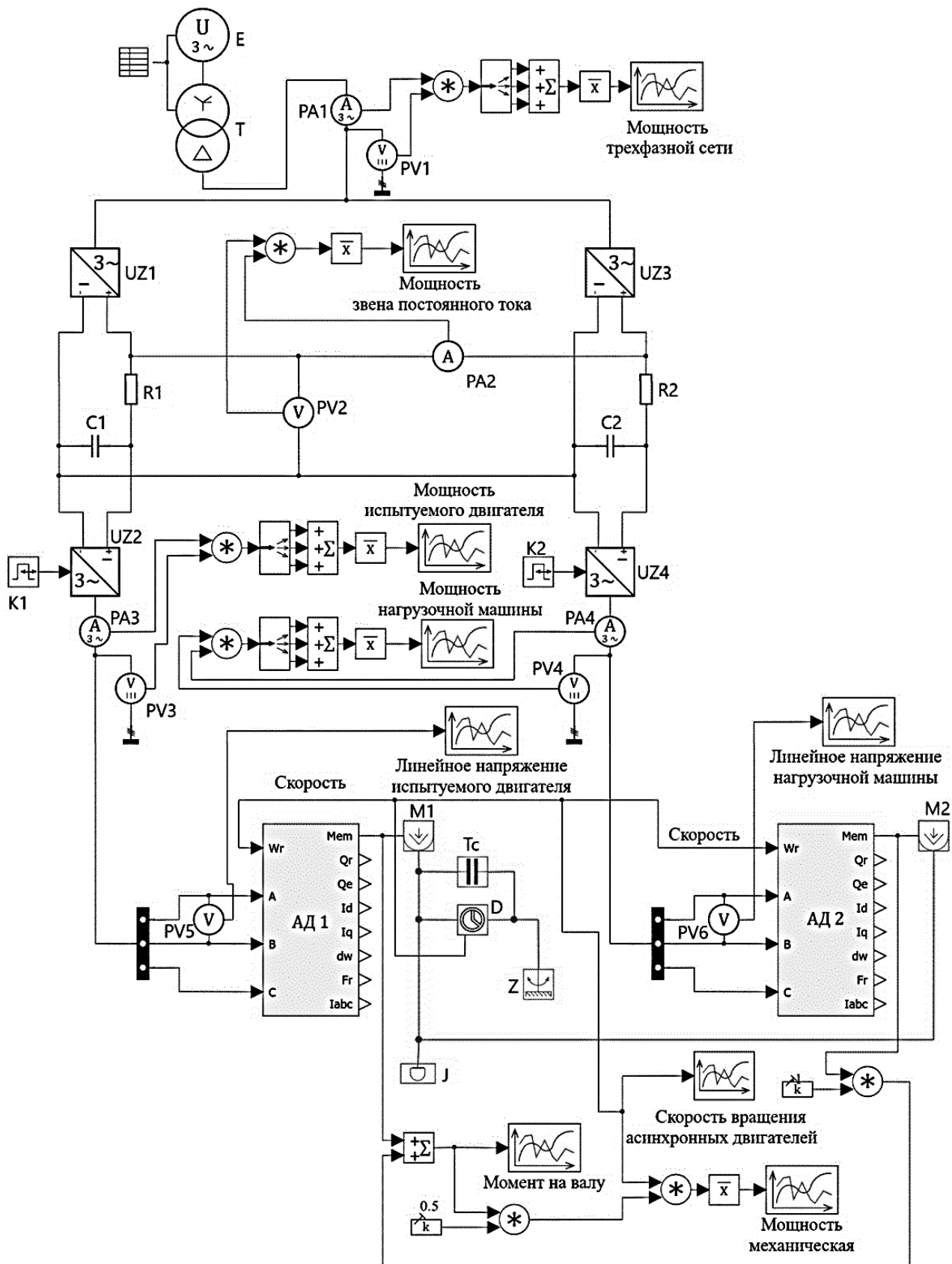


Рис. 1. Схема имитационной модели системы испытания АД в среде динамического моделирования *SimInTech*

Второй ПЧ, включает в себя соответственно элементы $UZ3$, $UZ4$ и $K2$. Также на схеме обозначены следующие элементы механической части: блок J , определяющий момент инерции вращающейся системы, датчик D , блок Ts , задающий сухое трение. Блок Z (заделка) необходим для корректной работы программы *SimInTech* при выполнении расчетов схемы, содержащей механические части. Механическая связь электрических машин и других элементов модели, относящихся к ее механической части, обеспечивается блоками $M1$ и $M2$.

В качестве примера для имитационного моделирования использованы следующие паспортные параметры асинхронных двигателей типа рДМ180 LB40M5: $P_n = 30$ кВт; $U_n = 380/660$ В; $f_n = 50$ Гц; $n_n = 1460$ об/мин; $I_{1n} = 66,8/38,6$ А; $\cos\varphi_n = 0,77$; КПД $\eta_n = 88,2\%$.

Имитационная модель в соответствии с приведенной схемой (см. рис.1) позволила определить электрическую мощность нагрузочной машины, характеризующую энергоэффективность рассматриваемой системы испытаний, при заданных значениях несущей частоты ШИМ управляемых инверторов, равных 1, 4 и 10 кГц. Временные диаграммы электрической мощности нагрузочной машины при различных несущих частотах ШИМ управляемых инверторов в процессе пуска асинхронных двигателей и вывода их на режим номинальной нагрузки приведены на рис. 2.

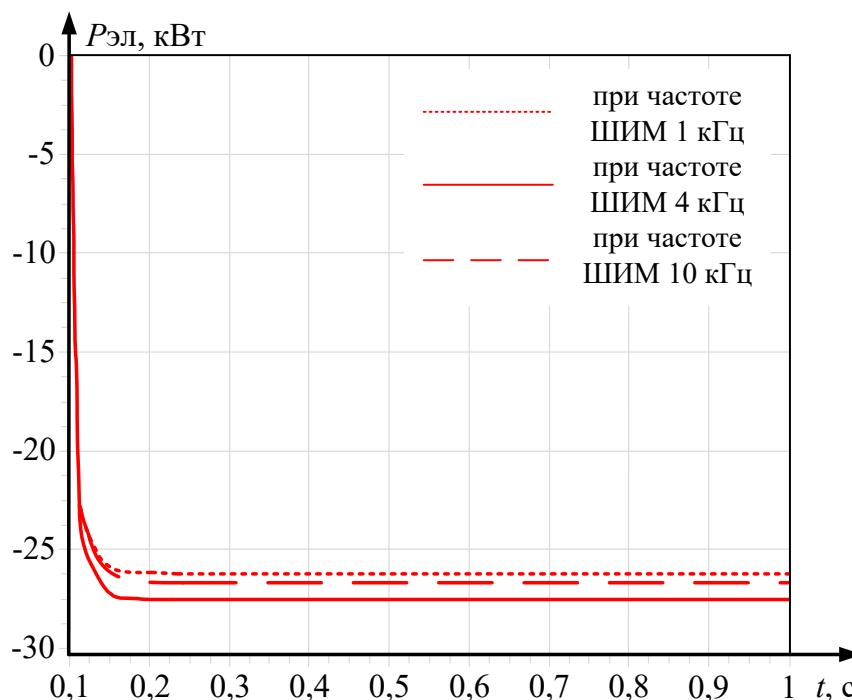


Рис. 2. Временные диаграммы электрической мощности нагрузочной машины при различных несущих частотах ШИМ

Анализ результатов имитационного моделирования с применением асинхронных двигателей типа рДМ180 LB40M5 показал, что при значениях несущей частоты ШИМ равных 1 кГц и 10 кГц нагрузочная машина вырабатывает мощность 26 кВт и 26,23 кВт соответственно (см. рис. 2). А при

значении несущей частоты ШИМ 4 кГц происходит увеличение мощности, вырабатываемой нагрузочной машиной, до 27 кВт. Это указывает на то, что вариант, при котором значение несущей частоты ШИМ равно 4 кГц, является лучшим для обеспечения высокой энергоэффективности системы испытаний.

Учитывая вышеизложенное, можно сформулировать следующие выводы.

С целью повышения энергоэффективности работы системы испытаний необходимо выполнять ее моделирование или соответствующий расчет, позволяющий найти оптимальную частоту ШИМ.

Разработанная имитационная модель позволяет рассчитать влияние значения несущей частоты ШИМ на энергоэффективность системы испытания асинхронных двигателей методом взаимной нагрузки и выбрать частоту ШИМ, обеспечивающую лучшие энергетические показатели системы.

Список литературы

1. Омельченко, Е. Я. Энергоэффективные испытательные стенды для электродвигателей / Е. Я. Омельченко, А. В. Белый, С. С. Енин, Н. В. Фомин // Электротехнические системы и комплексы. – 2018. – № 3(40). – С. 12-19.
2. Коварский Е. М. Испытание электрических машин / Е. М. Коварский, Ю. И. Янко – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 320 с.
3. Дюмин, А. А. Регулирование мощности генератора при испытаниях методом взаимной нагрузки / А. А. Дюмин // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании». – 2008. – Т. 4. № 4. – С. 48-49.
4. Кочин, А. Е. Система для испытания электрических машин по методу взаимной нагрузки / А. Е. Кочин, С. А. Васильченко // Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции «Транспорт: наука, образование, производство», Ростов-на-Дону, 18-21 апреля 2017 г. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2017. – С. 168-171.
5. Попов, Д. И. Исследование эффективности способа снижения потерь при испытаниях асинхронных машин с применением среды динамического моделирования SimInTech / Д. И. Попов, Е. И. Минжасов // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. – 2025. – Т. 18, № 8. – С. 1062-1071.

Контакты:

popovomsk@yandex.ru (Попов Денис Игоревич);

minzhasov2000@yandex.ru (Минжасов Ербол Исильбаевич).