

номинальной 50 Гц. Измерения показывают, что активное сопротивление обмотки АД линейно зависит от частоты, а индуктивное – нелинейно. Эту особенность необходимо учитывать при частотно-импульсном регулировании скорости АД, когда питающее напряжение представляет собой последовательность ШИМ импульсов.

Сравнивая данные, полученные различными методами, можно отметить значительный разброс входных параметров ( $R = 50,825 - 53,66 \text{ Ом}$ ,  $L = 0,165 - 0,361 \text{ Гн}$ ) данного двигателя. Для средних значений входных параметров ( $R = 51,7 \text{ Ом}$ ,  $L = 0,254 \text{ Гн}$ ) определена минимальная частота ШИМ импульсов ( $f_{\min} = 2544 \text{ Гц}$ ). С учетом разброса входных параметров, в основном  $L = 0,165 - 0,361 \text{ Гн}$ , частота импульсов должна быть увеличена, по крайней мере, в полтора раза.

УДК 621.311:621.382

### **Синтез напряжений многократных равномерных ШИМ, созданных по трапецеидальной и синусоидальной функциям построения**

Стрижнев А.Г., Ледник Г.В.  
ООО «Техносоюзпроект»

В электроприводе, содержащем электродвигатель переменного тока, используют частотные преобразователи, которые формируют напряжения многократной равномерной ШИМ. Существуют различные способы формирования данной ШИМ, но наиболее просто это можно осуществить за счет использования трапецеидальной и синусоидальной функций построения.

Авторами предлагается аналитический подход к созданию многократной равномерной ШИМ с использованием данных видов модуляции. В качестве примера выбраны лучшие варианты формирования ШИМ: по трапецеидальной функции построения - равномерная, однополярная односторонне-симметричная ШИМ с модуляцией по одной трети полупериода в его начале и конце; по синусоидальной функции построения - равномерная, однополярная двухсторонняя II-го рода ШИМ, когда указанная точка соответствует тактовому моменту времени (середине импульсного интервала).

Рассмотрены примеры формирования ШИМ: по трапецеидальной функции построения с нечетным  $k = 3$  и четным  $k = 6$  количеством импульсных интервалов в полупериоде; по синусоидальной функции построения с нечетным  $k = 3$  и четным  $k = 4$  количеством импульсных

интервалов в полупериоде. Получены аналитические выражения для определения параметров импульсов:  $\alpha_i$  - фазовый угол  $i$ -го ШИМ импульса, отсчитанный от момента прохождения переменного синусоидального напряжения через нулевое значение, до начала импульса;  $\tau_i$  - длительность  $i$ -го ШИМ импульса. Полученные аналитические выражения параметров позволяют не только создать данные виды ШИМ, но и осуществить их спектральный и качественный анализ.

УДК 620.91/2:658.26

## Системное рассмотрение возобновляемых источников энергии

Петренко Ю.Н.

Белорусский национальный технический университет

Интерес к использованию возобновляемых источников энергии (ВИЭ), непрерывно нарастающий в течении последних двух десятилетий, получил новый мощный импульс, вызванный известными событиями на АЭС в Японии. Многие страны пересматривают свое отношение к атомной энергетике. Так называемый “Мирный атом”, получивший такое ласковое название благодаря усилиям всезнающих журналистов, скорее всего без учета мнений физиков и техников, требует более внимательного к себе отношения. ВИЭ содержат достаточно много аспектов и их всесторонний анализ необходим на начальной стадии предпроектных исследований. За последние десятилетия ВИЭ испытали один из самых больших подъемов в истории; например, в 2007 выработки энергии в мире определена в объеме 19 %, однако 16 % прироста обеспечивают гидроэлектростанции, остальное приходится на ветроустановки (ВЭУ) и солнечные батареи (СБ).

Однако, эти два наиболее обещающие источника имеют различные особенности. Энергия ветра хороша, когда есть ветер. Подробные карты метеоусловий дают лишь вероятностную оценку, которая не может служить удовлетворительным объяснением для потребителей. Более предсказуемой является энергия (СБ). Оба источника неоспоримы с точки зрения экологии: большие территории моря в Дании и Германии, отведенные для ВЭУ, создают проблемы как для человека так и для живых организмов.

Комбинация ВЭУ и СБ является удачным решением, но с некоторыми оговорками: в отдельные (слабопредсказуемые) периоды может быть избыток энергии, который необходимо сохранить. Наиболее перспективными решениями в этой части являются аккумуляторные батареи и суперконденсаторы (ионисторы). Следует также заметить, что любое решение требует многократного преобразования информации и энергии средствами электроники.