

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА НАПРЯЖЕНИЯ ПО ДЛИНЕ КАБЕЛЯ В СИСТЕМЕ ПЧ-КЛ-ПЭД

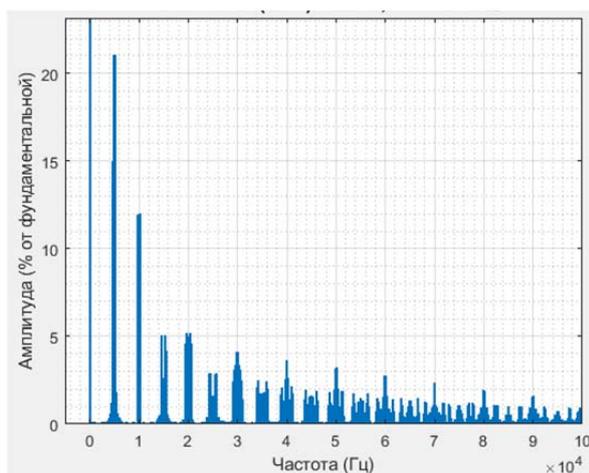
*Кладиев С.Н., к.т.н., доцент.,
Жих С.Р., студент группы 5АМЗ4
НИ ТПУ, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: ney1@tpu.ru*

В современном частотно-регулируемом электроприводе напряжение на фазах двигателя формируется, благодаря преобразователю частоты, в состав которого входит неуправляемый выпрямитель, звено постоянного тока, а также автономный инвертор, управляемый алгоритмом широтно-импульсной модуляции. В такой системе обязательно будут присутствовать пульсации напряжения, обусловленные переключениями ключей, формирующих основную гармонику напряжения.

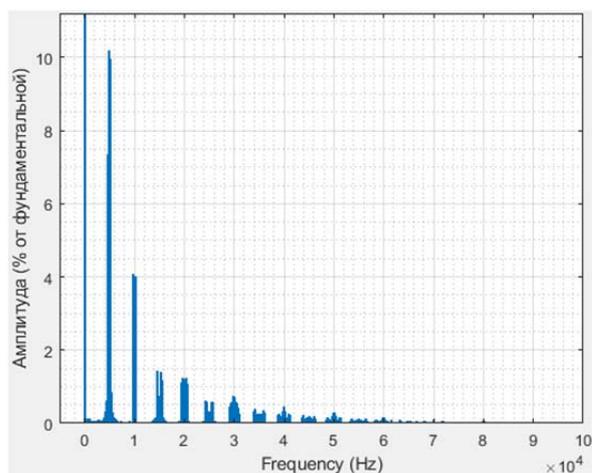
По статистике, выбирается частота ШИМ исходя из требований нагрева и шума от переключения ключей. Данная частота может меняться в достаточно больших пределах и от этого зависят также пульсации формируемых в фазах напряжений. Это приносит негативное влияние в виде пульсаций токов и моментов электродвигателя. Если рассматривать данную проблему относительно установки электроцентробежного насоса (УЭЦН), то в ней также присутствует погружной кабель, предназначенный для подводки напряжения электродвигателю в скважине и который приносит дополнительные искажения в форму напряжения. В данном исследовании предстоит исследовать спектральный состав напряжения по длине погружного кабеля, а также тока и момента погружного электродвигателя (ПЭД).

Дополнительно, в данной работе используется алгоритм векторной ШИМ, который позволяет полностью использовать напряжение в звене постоянного тока ПЧ, которое при алгоритме синусоидальной ШИМ теряется приблизительно на 13 %. Это позволяет не терять момент на валу двигателя, так как в асинхронном двигателе момент зависит от квадрата напряжения, что принесет существенные потери.

Ниже представлен спектральный состав напряжения в начале кабеля, в середине и в конце при частоте ШИМ 5кГц.



*Рис. 1. Спектральный состав напряжения
в начале кабеля*



*Рис. 2. Спектральный состав напряжения
в середине кабеля*

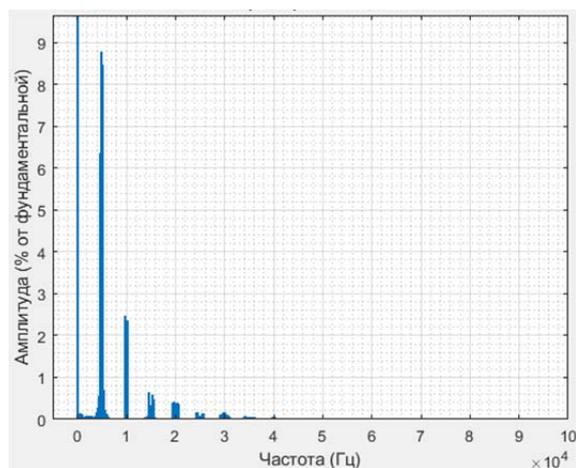


Рис 3. Спектральный состав напряжения в конце кабеля

Анализируя полученный спектральный состав, можно заметить, что на протяжении кабеля гармонический состав сужается, снижая влияние высших гармоник. Но стоит отметить, что частота ШИМ вносит существенное воздействие на спектральный состав напряжения.

На следующих графиках представлен спектральный состав момента и тока двигателя при частоте ШИМ 5 кГц.

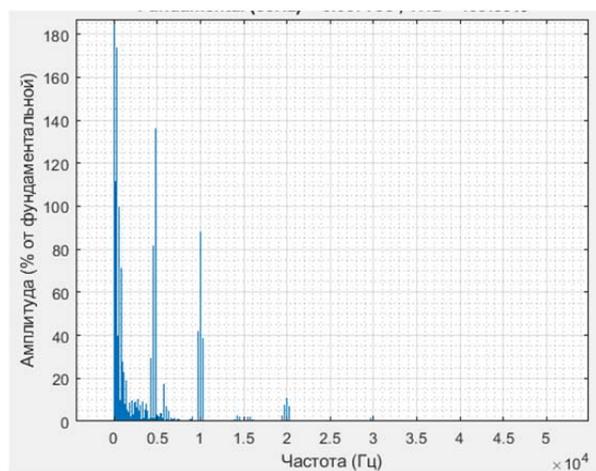


Рис 4. Спектральный состав момента при частоте ШИМ 5 кГц

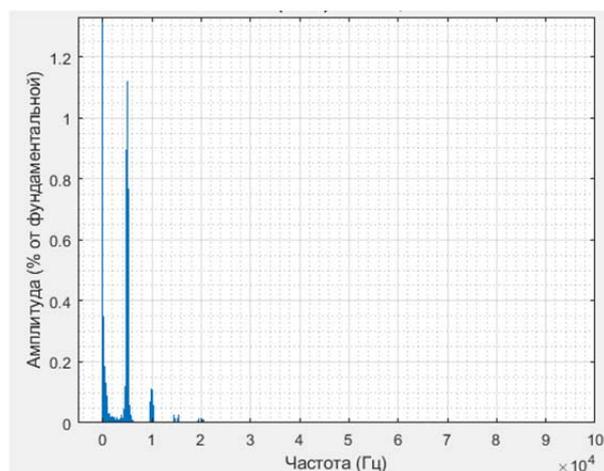


Рис 5. Спектральный состав тока при частоте ШИМ 5 кГц

По полученным графикам отчетливо видно, что гармоники, кратные частоте ШИМ, приносят существенное влияние в спектральный состав. В реальности это может нести пагубный характер на механическую систему в виде вибрации, повышая износ оборудования.

По результатам работы было выявлено существенное влияние гармоник высшего порядка на напряжение, подаваемое на двигатель, ток и момент. В дальнейшем необходимо реализовать алгоритм переключения ключей, снижающий влияние высших гармоник.