

ВЛИЯНИЕ ВХОДНОГО LC-ФИЛЬТРА 4 q-S ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НА ПРОЦЕССЫ ЭНЕРГООБМЕНА В СИСТЕМЕ «ЭЛЕКТРОПРИВОД-СЕТЬ»

Введение. Несмотря на ряд достоинств частотно-регулируемых асинхронных электроприводов, построенных на базе трехфазного 4 q-S преобразователя, таких как обеспечение работы асинхронной машины в 4-квadrантах механической характеристики, рекуперация электрической энергии в питающую сеть, улучшенные динамические свойства электропривода, стабилизация напряжения в звене постоянного тока при изменении величины передаваемой мощности и повышение коэффициента мощности (за счет отказа от выпрямителя с фазовым управлением) они имеют ряд недостатков, основным из которых является генерация в питающую сеть высших гармонических составляющих тока при значительном диапазоне регулирования.

Постановка задач исследования. Применение таких частотно-регулируемых электроприводов в портальных кранах позволяет экономить 30-40% электроэнергии по сравнению с эксплуатацией асинхронных двигателей с фазным ротором и реостатно - контакторным управлением. Однако империческим путем было выявлено то, что при поднятии и опускании груза коэффициент мощности электропривода изменяется в диапазоне от 0-0,95, а его средневзвешенное значение будет составлять 0,5-0,6, что является довольно низким показателем. При этом за счет генерации высших гармонических составляющих тока увеличиваются потери при пуске и торможении в 3-4 раза. Кроме того, наблюдается перегрев электрооборудования, обуславливающий интенсивное старение изоляции, сбой в работе систем управления, искажение показаний счетчиков электроэнергии и ухудшение качества электроэнергии в питающей электрической сети. На эти факторы работы частотно-регулируемых приводов с осуществлением режима рекуперации энергии в питающую сеть указывали многие авторы [1], однако численный анализ происходящих процессов энергообмена в системе «электропривод – сеть» в литературе отсутствует.

Материалы исследования. Анализ работы схемы 4 q-S преобразователя, работающего в режиме «прозрачного» преобразователя, позволил построить схему замещения 1-ой фазы, рис. 1. Трансформатор, питающий электропривод портального крана, имеет следующие параметры: $S_{тр}=1600$ кВА, $U_{2ном}=380$ В, $U_{кз}=5.5\%$, $\text{tg}\varphi=0.954$. Емкость фильтра в звене постоянного тока $C_f=20 \cdot 10^3$ мкФ. Используя математическую модель выпрямительно-инверторной установки [2], были получены энергетические характеристики для двух режимов: выпрямительного (условно-положительные направления токов) и инверторного (условно-отрицательные) при изменяемой нагрузке [3]. Для повышения коэффициента мощности во входной цепи включены цепочки LC-фильтров для 5 и 7-гармоник.

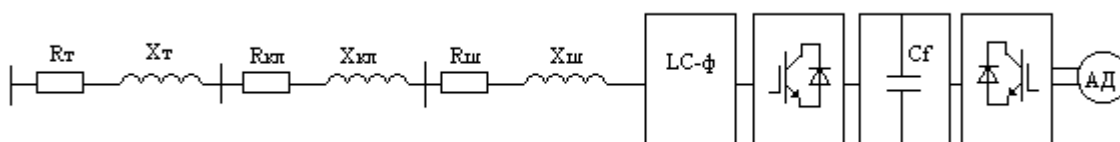


Рис. 1. Схема замещения одной фазы 4 q-S преобразователя электропривода портального крана

В результате расчета были получены следующие зависимости (1- без фильтров, 2 - LC-фильтр 5 –ой гармоники, 3 - LC-фильтры 5 и 7-ой гармоник) от тока нагрузки:

- зависимость постоянной составляющей напряжения в звене постоянного тока, рис. 2;
- зависимость максимального значения входного тока, рис.3;
- зависимость амплитуды первой гармонической, рис.4;
- зависимость коэффициента искажения, рис.5.

Анализ полученных зависимостей показал, что при установке резонансных фильтров постоянная составляющая становится более пологой, что приводит к устойчивой работе ключевых элементов, рис.2. Зависимость максимального значения тока показывает уменьшение его значения при установке LC-фильтров как в выпрямительном режиме, так и в инверторном, что благоприятно сказывается на работе как ключевых элементов, так и на электромагнитных процессах в звене постоянного тока, рис.3. Анализ графика первой гармонической составляющей показывает, что двухсторонний энергообмен в системе «электропривод-сеть» при установке LC-фильтров происходит на основной гармонике, рис.4. Обобщенным показателем эффективного энергообмена является коэффициент искажения, рис.5. При установке LC-фильтров его значения увеличиваются, что свидетельствует об эффективности энергообмена, путем уменьшения потерь в активных сопротивлениях в $1/\chi^2$ раз.

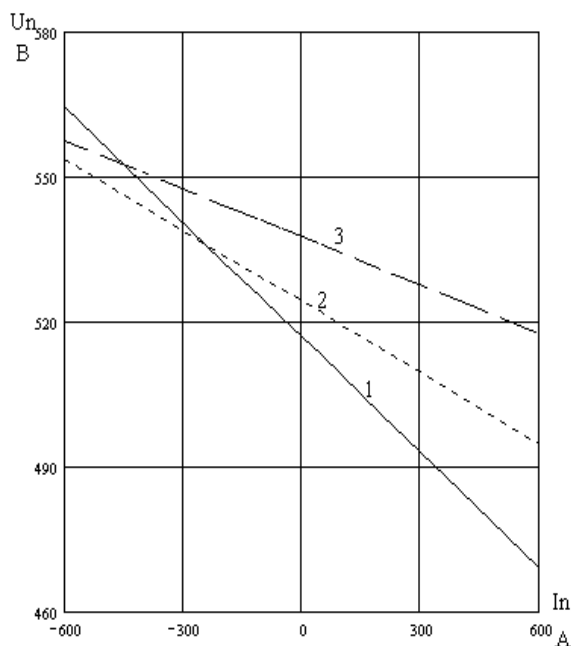


Рис.2. Зависимость постоянной составляющей напряжения в звене постоянного тока

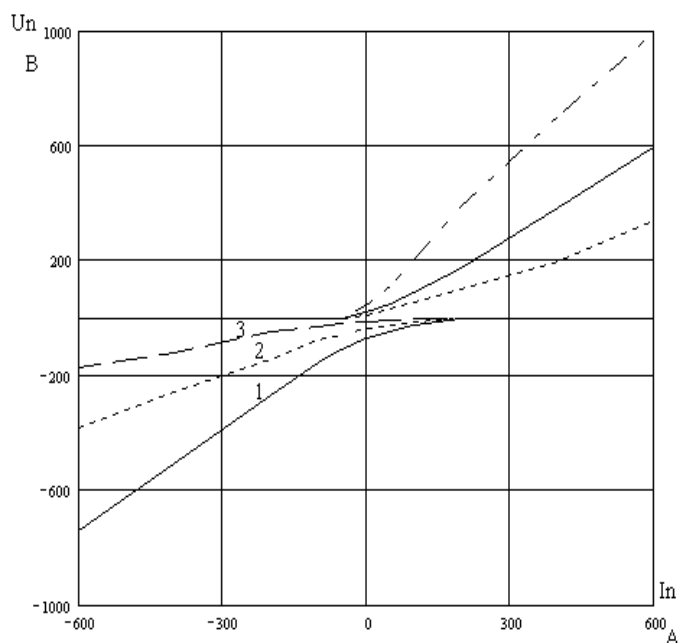


Рис.3. Зависимость максимального значения входного тока

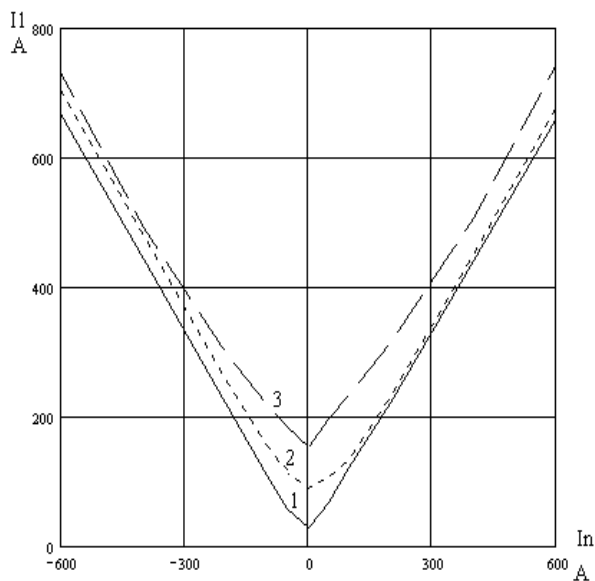


Рис. 4. Зависимость амплитуды первой гармонической

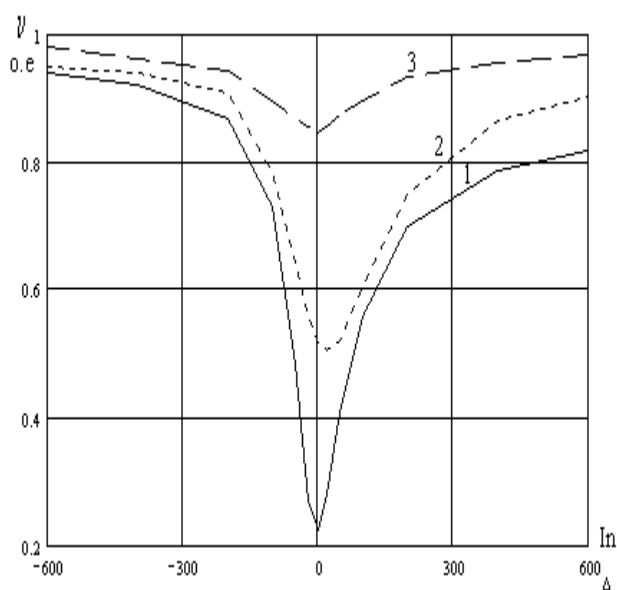


Рис. 5. Зависимость коэффициента искажения

Выводы. Проведенный анализ влияния входных LC-фильтров 4 q-S преобразователя показывает повышение эффективности процессов энергообмена в системе «электропривод-сеть», однако решение об установке таких фильтров требует проведения соответствующего технико-экономического обоснования.

Литература.

1. Волков И.В. Новая концепция построения силовых цепей частотно-регулируемых асинхронных электроприводов // Техн.электродинамика. - 1999. - №4. - С.21-26.
2. Андриенко П.Д., Немыкина О.В. Анализ электромагнитных процессов выпрямительно-инверторного преобразователя на математической модели // Техн.электродинамика: Тем. вып. Силовая электроника та енергоефективність Ч.1 - 2004. - С.122-125.
3. Немыкина О.В., Русаков И.Н., Фалалеев Н.И. Исследование влияния параметров нагрузки на энергетические характеристики выпрямительно-инверторной установки для питания частотно-регулируемых приводов // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. - №3(26) 2004. - С.90-96.