

Запорожский национальный технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В СЕТИ, ПИТАЮЩЕЙ ГРУППУ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫХ ПРИВОДОВ ДЛЯ КРАНОВЫХ УСТАНОВОК

Рассматривается взаимное влияние электроприводов крановых механизмов на значение коэффициента гармоник в питающей сети при использовании частотно-регулируемого привода крана. Сравнивается значение коэффициента гармоник на низкой стороне питающего трансформатора и на входе преобразователя частоты.

Розглядається взаємний вплив електроприводів кранових механізмів на значення коефіцієнта гармонік в мережі живлення при використанні частотно-регульованого привода крана. Порівнюється значення коефіцієнта гармонік з боку низької напруги трансформатора і на вході перетворювача частоти.

The mutual influence of the crane mechanism to harmonic coefficient in network for variable frequency drive is considered. Compares the value of the coefficient of harmonics on the low side of feeding transformer and the input frequency converter.

Введение. Позитивный опыт ряда портов Украины свидетельствует о технико-экономической целесообразности модернизации парка порталных кранов с целью замены двигателей с фазным ротором и системой релейно-контакторного управления на асинхронные короткозамкнутые двигатели с частотным управлением (ЧУ). Частотное управление крана осуществляется с помощью двухзвенного преобразователя частоты (ПЧ) с n автономными инверторами напряжения (АИН-ШИМ) для n двигателей на выходе. На входе установлен общий выпрямитель с рекуперацией электроэнергии в питающую сеть для одного порталного крана. Исследования проводились на примере порталного крана «Сокол» (грузоподъемностью 16 т) [2].

Анализ предыдущих исследований. Ранее в работах [1,2] исследовались энергопроцессы и потенциал энергосбережения в сети, питающей индивидуальный частотно-регулируемый привод (ЧРП). В данной статье рассмотрена работа группы ЧРП при различных нагрузках порталных кранов.

Цель работы. Исследование взаимного влияния электроприводов крановых механизмов в питающей сети с учетом параметров шинпровода.

Материал и результаты исследования. Общий выпрямитель с рекуперацией электроэнергии в питающую сеть, работающий в 4-х квадрантах механической характеристики, получил название 4QS преобразователь. Включение управляемых ключей преобразователя (IGBT – транзисторов) осуществляется синхронно с соответствующими диодами, то есть преобразователь становится «прозрачным» и обмен энергией происходит в зависимости от разности напряжения выпрямителя и конденсатора фильтра в звене выпрямления [1].

По топологии схемы электроснабжения порталных кранов (рисунок) была создана схема замещения питающей сети. Питание порталного крана осуществляется от однострансформаторной подстанции с трансформатором ТМ-1600/10 через кабельную линию АБ 6 (3x120 + 1x50) и магистральный шинопровод

провод ШМА 2500. Для управления асинхронными двигателями предусмотренный ящик силовой (ЯС).

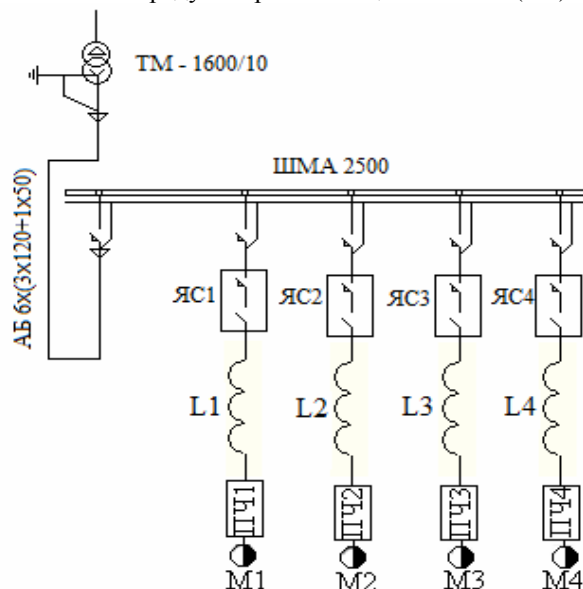


Рис.1. Однолинейная схема электроснабжения порталных кранов

Для исследования энергопроцессов в сети, питающей группу ЧРП порталных кранов, была построена модель в программном пакете MatLAB/Simulink со следующими допущениями:

- источник питания представлен системой синусоидальных симметричных напряжений;
- сопротивление питающей сети фазы А, В, С идентичны и равны между собой;
- активное сопротивление дросселя не учитывается;
- нелинейные вольтамперные характеристики IGBT транзисторов, диодов аппроксимированы методом кусочно-линейной аппроксимации;
- n АИН-ШИМ и соответственно модернизированных двигателей заменены источником тока, работающем в режиме потребления (выпрямительный режим) или в режиме генерации (режим рекуперативного торможения).

Значения коэффициента гармоник тока THDi на входе ПЧ и стороне НН трансформатора

n	ПЧ1	ПЧ2	ПЧ3	ПЧ4	НН трансформатора	трансформатор-индивидуальный ПЧ
THDi	59,3 %	40,4 %	68,6 %	69,6 %	92,4 %	51,63 %

На входе ЧРП установлен дроссель индуктивностью $U_{кз} = 6,6 \%$ ($S_{пч}$) для обеспечения электромагнитной совместимости.

Исследование электромагнитных процессов в сети питающий ПЧ1, ПЧ2, ПЧ3, ПЧ4 производился для следующих условий:

- ПЧ1 работает на номинальном токе в выпрямительном режиме;
- ПЧ2 работает на номинальном токе в режиме рекуперативного торможения;
- ПЧ3 работает на холостом ходе (XX) выпрямительный режим;
- ПЧ4 работает на XX в режиме рекуперативного торможения.

Номинальный ток в режиме выпрямления и в режиме рекуперативного торможения рассчитан из условия баланса активной мощности на входе и выходе ПЧ.

Датчики тока установлены на входе каждого ПЧ и на стороне НН питающего трансформатора. Показания снимаются за один период (после окончания переходного процесса).

Разложение тока и напряжения в ряд Фурье и расчет коэффициента гармоник тока (THDi) осуществлялся с помощью FFT-analysis. Значения коэффициента гармоник тока представлены в таблице. Для сравнения в ней представлены значения THDi для трансформатора с индивидуальным ПЧ одного крана. Для данной схемы питания сопротивления питающей сети приведены к мощности ПЧ.

Выводы. Как видно из приведенной таблицы, значение коэффициента гармоник тока составляет около 70 % при малых токах как в режиме выпрямления, так и в режиме рекуперативного торможения. При токах, близких к номинальному, значения коэффициента гармоник тока значительно снижаются и находятся в пределах 40...59 % . Значение THDi на стороне НН питающего трансформатора резко ухудшается (увеличивается) по сравнению с THDi для ПЧ и составляет около 100 %.

Значение THDi при питании группы ЧРП на стороне НН трансформатора намного хуже (92,4 %) по сравнению с индивидуальным ЧРП (51,63 %) при соответствующем токе нагрузки, то есть мощность искажения генерируется в значительной степени в питающую сеть и вызывает в ней дополнительные потери.

Для уменьшения коэффициента гармоник на стороне НН питающего трансформатора целесообразно установить общий резонансный фильтр (на 5 и 7 гармонике) как наиболее дешевый и надежный вместо индивидуального фильтра для каждого ПЧ. Однако окончательное решение будет принято после дальнейшего исследования и проведения технико-экономического обоснования.

Список использованной литературы

1. Повышение энергосбережения электроприводов переменного тока с преобразователями частоты за счет использования дросселей фирмы ELHAND TRFNSFORMANORY / М.Лукевски, А.Осетер, А.Хебровски, В.И.Ткачук, Б.Л.Копчак / Проблемы автоматизированного эл.привода. Теория и практика: Вест. НТУ «ХПИ». – Харьков: – 2008. – № 30. – С. 489-492.
2. Разработка модели выпрямителя с рекуперацией для группового питания электроприемников / П.Д.Андриенко, А.Н.Климко, А.А.Шрам, О.В.Немыкина // Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика: Вест. НТУ «ХПИ». – Харьков: – 2010. – С. 438-439.

Получено 12.07.2011



Немыкина Ольга Владимировна,
ассистент Запорожск.
нац. техн. ун-та,
69059, г. Запорожье,
ул. Жуковского 64,
т/ф (061)7698-280,
e-mail: olganemikina@mail.ru