

МНОГОВИГАТЕЛЬНЫЕ КРАНОВЫЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДЫ С СОГЛАСОВАНИЕМ НАГРУЗОК НА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ЧАСТОТЫ SIMOVERT MASTERDRIVE

Введение. Современные металлургические краны оборудуются электроприводами по схеме: преобразователь частоты - асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором. Данная схема используется также для модернизации существующих кранов с заменой двигателей.

Для кранов характерно использование многодвигательных электроприводов различных механизмов (подъема, передвижения мостов и тележек) с индивидуальными инверторами для каждого двигателя. К примеру, приводы главных подъемов литейных кранов грузоподъемностью 450-470 т оборудуются четырьмя двигателями мощностью 230-430 кВт. Для клещевых слябовых кранов различной грузоподъемности используется двухдвигательный привод. При реализации таких электроприводов возникает задача согласования в первую очередь нагрузок, т.к. при имеющейся механической связи скорости вращения двигателей одинаковы.

Отказ от решения задачи согласования ведет к неравномерному износу механической части и электродвигателей, преждевременному выходу из строя перегруженных двигателей и работающих в более тяжелых условиях редукторов.

Постановка задач исследования.

На рис. 1. представлена кинематическая схема электропривода главного подъема крана грузоподъемностью 475 т. Целью исследования является создание системы электроприводов с согласованием нагрузок электродвигателей. Особенностью механизма является наличие дифференциальных связей между парами двигателей. Такая структура кинематической цепи обеспечивает работоспособность механизма в случае выхода из строя одного или двух двигателей или преобразователей. Обратные связи по скорости осуществляются с помощью импульсных датчиков скорости, встроенных в двигатели. Для повышения надежности питание двух подсистем электроприводов выполнено от двух независимых троллейных токоподводов, для которых в условиях высокой запыленности металлургического производства характерны дребезг и просадки (пропадания) напряжения.

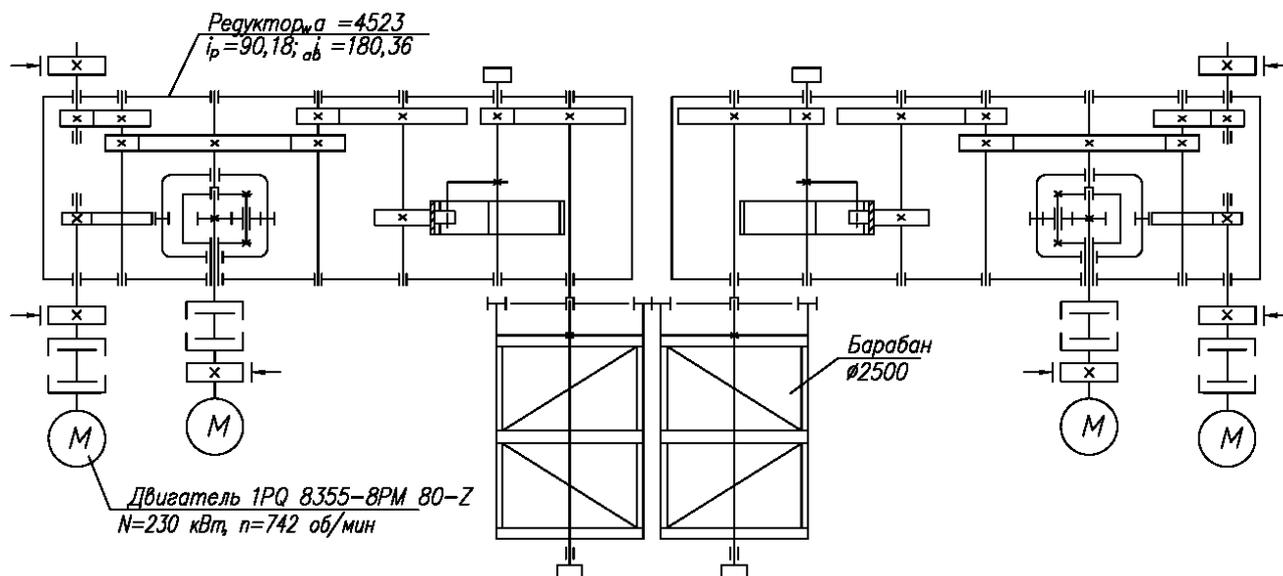


Рис.1. Кинематическая схема привода главного подъема крана грузоподъемностью 475 т.

Материалы исследования.

Исходя из требований к крановым электроприводам (высокая надежность, отказоустойчивость системы управления, широкие функции настройки регуляторов, наличие свободно параметризуемых функциональных блоков), в качестве преобразователей частоты использованы индивидуальные инверторы встраиваемого исполнения Simovert Masterdrive VC фирмы Siemens. Питание пары инверторов двигателей 1 и 4 (аналогично двигателям 2 и 3) осуществлено от общего источника питания рекуперации (RRU) по шине постоянного тока с устройством защиты от превышения тока OCP (over current protection) для защиты силовой части при работе в условиях плохого токоподвода (дребезг контактов, кратковременное пропадание напряжения). Данное решение позволило достичь высоких энергетических показателей системы электропривода в целом благодаря рекуперации энергии в сеть при опускании груза и высокой надежности системы.

Альтернативным, но более дорогим решением может быть использование транзисторного блока питания/рекуперации с технологией AFE (Active Front End), который может работать с $\cos(\varphi)=1$ или даже служить компенсатором реактивной мощности.

Общее задание для инверторов поступает по шине данных Profibus. Эта шина также служит для передачи сигналов состояния (предупреждений, ошибок, контрольных значений) в вышестоящую систему автоматизации. Для реализации подсистемы согласования нагрузок индивидуальные инверторы оборудуются специальными интерфейсными платами SLB для интерфейса Simolink (**Siemens Motion Link**) между инверторами. Данный интерфейс предназначен для скоростного обмена данными (11 Мбит/с) между инверторами, в качестве средства передачи используется оптоволоконное соединение. С помощью данного интерфейса возможно два варианта коммуникации между инверторами – одноранговая сеть (peer-to-peer) и сеть с ведущим и ведомыми приводами (master/slave). Для реализации системы согласования выбран интерфейс ведущий-ведомый (master/slave) см. рис.2.

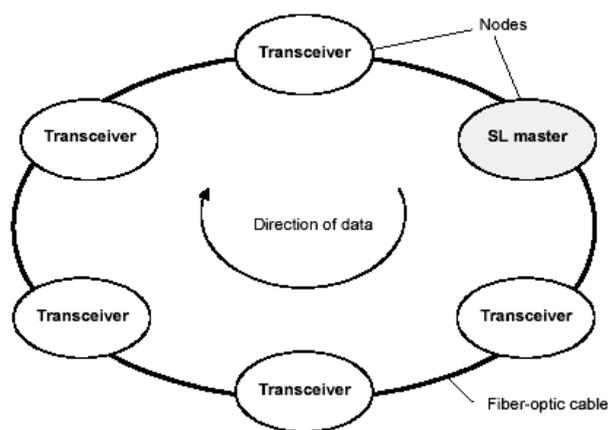


Рис.2. Топология сети Simolink ведущий-ведомый (master/slave)

Исследования показали, что для вышеуказанного четырехдвигательного привода достаточно согласовывать нагрузки только двух электродвигателей, вращающих разные редукторы (например двигатели 1 и 4). Благодаря дифференциальной связи с остальными двумя двигателями нагрузка между ними будет согласована.

Для достижения поставленной цели использовано векторное управление с датчиком скорости для каждого двигателя [5,6]. С помощью имеющихся в системе управления преобразователей свободных функциональных блоков создана подсистема согласования нагрузок, которая получала сигнал рассогласования по протоколу Simolink [4].

Синтез регуляторов подсистемы согласования нагрузок выполнен на основе модифицированного принципа симметрии систем автоматического управления и концепции возмущенного

невозмущенного движения [1-3]. Синтезированные регуляторы обладают свойством устойчивости при неограниченном увеличении коэффициента усиления, вследствие чего, подсистема обладает низкой чувствительностью к параметрическим и координатным возмущениям.

Выводы. Современный спектр преобразователей частоты модульной конструкции позволяют создавать системы электроприводов, оптимальные для конкретных применений, в частности для кранового оборудования. Мощные встроенные микропроцессорные системы управления, обработки сигналов и специальные скоростные средства обмена данными позволяют решать задачи согласования фазовых координат (положений, скоростей, токов) без участия вышестоящей системы управления. При этом имеющиеся возможности параметрирования таких систем управления позволяют реализовывать алгоритмы, которые обеспечивают сохранение устойчивости системы при действии широкого спектра дестабилизирующих факторов, что характерно для крановых электроприводов.

Изложенные в статье подходы к построению систем электроприводов металлургических кранов используются ДП «Сименс Украина» в сотрудничестве с ЗАО «Сибтяжмаш» (г. Красноярск, РФ) при проектировании 10 подъемных кранов для металлургических предприятий Украины.

Литература.

1. Садовой А.В., Сохина Ю.В. Синтез линейных систем оптимального управления на основе принципа симметрии. - В сб. Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. Харьков. Основа. 1995. -с.44-48.
2. Садовой А.В., Сухинин Б.В., Сохина Ю.В. Системы оптимального управления прецизионными электроприводами. - К.: ИСИМО, 1996. -298с.
3. Садовой А.В., Иванов С.Б. Система оптимального выравнивания скоростей взаимосвязанных электроприводов. - В сб.: Проблемы создания новых машин и технологий. - Кременчуг: 1998, вып.1, с.117-122
4. SIMOVERT MASTERDRIVES Compendium Vector Control V3.4, Siemens AG, Germany, 2006
5. J.M.D. Murphy, F.G. Turnbull. Power Electronic Control of AC Motor, Pergamon Press, Oxford, 1988
6. Werner Leonhardt, Control of Electric Drives, Third edition, Springer, 2001

Ivanov S.

Multi motors crane drives with the load coordination realized in the frequency converters Simovert Master-drive

In the article is described the actual drive systems for the metallurgy cranes with the possible realization on the Siemens frequency converters. Main focus of the article is on the load coordination between the motors in the multi motor drive system of the main hoist for the pouring crane.