DOI: 10.17117/na.2016.06.02.157

<http://ucom.ru/doc/na.2016.06.02.157.pdf>

Поступила (Received): 24.06.2016

Савченко А.В., Шмат Р.А., Некрасов А.С. Анализ современных автоматизированных электроприводов для подъемно- транспортных механизмов

Savchenko A.V., Shmat R.A., Nekrasov A.S.
The analysis of modern automated electric drives for
lifting and transport mechanisms

В статье рассмотрены существующие способы демпфирования качаний гибкоподвешенного груза в грузоподъемных кранах. Выполнен сравнительный обзор современных преобразователей частоты для реализации электромеханических систем горизонтального перемещения подъемно-транспортных механизмов

Ключевые слова: электропривод, грузоподъемный кран, демпфирование, преобразователь частоты

This article discusses different ways of load sway damping in cranes. A comparative overview of current frequency converters was performed for the implementation of electromechanical horizontal movement systems of lifting and transport mechanisms

Key words: electric drive, crane, damping, frequency converter

Савченко Александр Владимирович

Кандидат технических наук, доцент
Южно-Российский государственный
политехнический университет им. М.И. Платова
г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132

Savchenko Aleksandr Vladimirovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
South-Russian state polytechnic university named
M.I. Platov
Novocherkassk, Prosveschenia st., 132

Шмат Руслан Александрович

Студент
Южно-Российский государственный
политехнический университет им. М.И. Платова
г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132

Shmat Ruslan Aleksandrovich

Student
South-Russian state polytechnic university named
M.I. Platov
Novocherkassk, Prosveschenia st., 132

Некрасов Александр Сергеевич

Студент
Южно-Российский государственный
политехнический университет им. М.И. Платова
г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132

Nekrasov Aleksandr Sergeevich

Student
South-Russian state polytechnic university named
M.I. Platov
Novocherkassk, Prosveschenia st., 132

Современные технологические процессы часто требуют использования подъемно-транспортных механизмов (ПТМ), в частности, грузоподъемных кранов (ГК), которые получили широкое распространение в различных отраслях промышленности, в строительстве и на транспорте. В ГК перемещение груза осуществляется с использованием гибкого подвеса (стального каната), наличие

которого в кинематической цепи приводит к возникновению качаний подвешенной массы при пуске и торможении приводных механизмов.

Качания подвешенного груза приводят к увеличению нагрузки на привод и конструкцию ГК и мешают работе оператора, так как затрудняют точность отработки требуемых траекторий движения и позиционирования перемещаемого груза, что снижает производительность. Особенно неблагоприятным является раскачивание ковшей с расплавленным металлом, перемещение которых осуществляется металлургическими и литейными кранами. Поэтому уменьшение раскачиваний подвешенных масс является важной и актуальной задачей.

В настоящее время применяемые в ГК способы уменьшения качаний гибкоподвешенного груза можно разделить на три основные группы: 1) основанные на ручном управлении; 2) реализуемые с применением специальных механических устройств; 3) реализуемые с применением систем автоматического успокоения груза.

В первом случае при ручном управлении необходимо определенным образом маневрировать приводными механизмами, что делает работу оператора напряженной и приводит к его быстрой утомляемости. Во втором случае для предотвращения раскачиваний груза применяется так называемая пространственная запасовка каната, как правило, в виде буквы «Y», которая обеспечивает наибольшую жесткость подвеса в направлении движения груза. Однако это приводит к существенному усложнению конструкции крепления груза и увеличению инерционности приводных механизмов.

Особенностью применения систем уменьшения раскачиваний груза в ГК является обеспечение плавного протекания переходных процессов благодаря использованию регулируемых электроприводов [1]. В этом случае система управления способна формировать определенные законы управления движением приводных механизмов как функция ускорения от времени или благодаря применению обратных связей по углу отклонения канатного подвеса от вертикали. Такой подход к ограничению качаний перемещаемого груза облегчает работу оператора и не требует усложнения конструкции, что делает разработку и применение регулируемых электроприводов в ГК для уменьшения качаний гибкоподвешенного груза востребованными и целесообразными.

На сегодняшний день типовым решением для реализации электроприводов грузоподъемных механизмов является применение асинхронного двигателя (АД) с короткозамкнутым ротором. Достоинствами использования АД является низкая стоимость, высокая надёжность и долговечной безремонтной эксплуатации, что достигается, главным образом, благодаря отсутствию щеточно-коллекторного узла и простоте конструкции. Именно по этим причинам асинхронные электродвигатели в последнее время настолько активно стали использовать в промышленности. Однако в качестве недостатка следует отметить сложность регулирования скорости вращения ротора электродвигателя (АД).

Для обеспечения требуемого диапазона регулирования скорости АД целесообразно использовать преобразователь частоты (ПЧ), что позволит достигнуть повышенной управляемости привода, а также улучшить его энергетические и весовые показатели. Применительно к грузоподъемным кранам

использование ПЧ позволит снижать до требуемых значений пусковые токи, предохранять механизмы кинематической цепи от ударных нагрузок и защищать ЭД от повреждений при коротком замыкании, а также обеспечивать работу в условиях пониженного напряжения.

Выполненный анализ показал, что для крана мостового опорного грузоподъемностью 10 тонн, основные технические характеристики которого определены согласно ГОСТ 22045-89, установленная мощность ЭД подъемного механизма составляет 2х7,5 кВт, механизма перемещений тележки – 2х0,37 кВт, моста – 4х0,37 кВт. При этом необходимо учитывать, что на практике мощность преобразователя частоты выбирается из соотношения:

$$P_{\text{Дном}} \leq 0,75 \cdot P_{\text{ПЧном}},$$

где $P_{\text{Дном}}$ – номинальная мощность электродвигателя, $P_{\text{ПЧном}}$ – номинальная мощность преобразователя частоты.

Таким образом, для реализации системы управления горизонтальными перемещениями тележки и моста, в которых используются АД мощность по 0,37 кВт, необходимо выбрать ПЧ мощностью не менее 0,5 кВт.

Сравнительный обзор преобразователей частоты наиболее распространенных фирм производителей для реализации электроприводов горизонтальных перемещений тележки и моста приведен в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительный обзор преобразователей частоты

Параметры	Модель ПЧ			
	VLT Micro Drive FC-051	E2-MINI S1L	ALTIVAR 12 (ATV12)	FR-D720S-042SC-EC
Фирмы производитель	Danfoss	БЕСПЕР	Schneider Electric	Mitsubishi
Страна производитель	Дания	Россия	Франция	Япония
Мощность преобразователя, кВт	0,75	1	0,75	0,75
Напряжение питания, В	200-240	200-240	200-240	200-240
Диапазон регулирования, Гц	0 – 200	1 – 200	0,5 – 400	0,5 – 400
Перегрузочная способность, %	150% в теч. 1 минуты	150% в теч. 1 минуты	150% в теч. 1 минуты	150% в теч. 1 минуты
Номинальный ток, А	4,2	4,2	4,8	4.2
Кол-во входов:				
- аналоговых	2	1	1	2
- дискретных	5	4	4	5
Кол-во выходов:				
- аналоговых	1	-	1	1
- дискретных	1	1	1	1
Интерфейсы передачи данных	RS-485	-	RS-485	RS-485
Гарантийный срок, мес.	24	36	24	12
Цена, рублей	8 500	8 400	11 961	12 136

Согласно таблице 1 ПЧ фирмы ВЕСПЕР [2] и Danfoss [3] имеют наименьшую стоимость, при этом ВЕСПЕР обладает большим запасом по мощности по сравнению с другими. ПЧ фирмы Schneider Electric [4] и Mitsubishi [5] позволяют реализовать более широкий диапазон регулирования частоты выходного напряжения, при этом Schneider Electric способен работать при большем значении номинального тока. Количество аналоговых и дискретных входов и выходов у ПЧ фирмы ВЕСПЕР совпадает с Schneider Electric, а у Danfoss – с Mitsubishi. При этом все преобразователи, кроме ПЧ фирмы ВЕСПЕР, имеют интерфейс передачи данных RS-485.

Таким образом, выполненный анализ показал, что для реализации привода горизонтальных перемещений тележки и моста целесообразно выбрать ПЧ фирмы Danfoss модель VLT Micro Drive FC-051, так как он обладает наименьшей стоимостью и большим количеством функциональных входов и выходов, что обеспечивает наилучшее соотношение его цены и качества.

Список используемых источников:

1. Савченко А.В., Пятибратов Г.Я. Исследование на ПЭВМ автоматизированных систем подчиненного управления электроприводов с учетом упругости механических передач. Новочеркасск: ЮРГТУ, 2009. 24 с.
2. Данфосс Россия. URL: <http://www.danfoss.ru/home>
3. Компания «Веспер». URL: <http://www.vesper.ru/catalog>
4. Schneider Electric – Россия. URL: <http://www.schneider-electric.ru/ru/all-products>
5. Mitsubishi Electric – Продукция. URL: <http://www.mitsubishielectric.ru/products>

© 2016, Савченко А.В., Шмат Р.А., Некрасов А.С.
Анализ современных автоматизированных
электроприводов для подъемно-транспортных
механизмов

© 2016, Savchenko A.V., Shmat R.A., Nekrasov A.S.
The analysis of modern automated electric drives for
lifting and transport mechanisms