DOI: 10.17117/na.2016.11.02.034

<http://ucom.ru/doc/na.2016.11.02.034.pdf>

Поступила (Received): 01.11.2016

Богданов Д.Ю., Титаренко И.А., Шиянова М.В., Акопян К.А. Влияние механической передачи на работу устройства обезвешивания груза

Bogdanov D.Yu., Titarenko I.A., Shiyanova M.V., Akopyan K.A.
**Influence of mechanical transmission to operation of the
device of an weightlessness of a load**

Статья посвящена влиянию механической передачи на работу устройства обезвешивания груза. Рассматриваются основные возмущающие воздействия, возникающие в элементах механической передачи. Описывается их влияние на суммарное усилие электропривода и на устойчивость системы управления

Ключевые слова: электропривод, механическая передача, имитация невесомости

Article is devoted to influence of mechanical transmission to operation of the device of an weightlessness of a load. The main perturbing influences arising in elements of mechanical transmission are considered. Their influence on summary effort of the electric drive and on stability of management system is described

Key words: electric drive, power transmission, non-gravity simulation

Богданов Дмитрий Юрьевич

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

Bogdanov Dmitry Yurievich

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

Титаренко Игорь Александрович

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

Titarenko Igor Aleksandrovich

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

Шиянова Мария Валентиновна

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

Shiyanova Maria Valentinovna

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

Акопян Карен Артурович

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

Akopyan Karen Arturovich

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

Неотъемлемой частью подготовки космонавта является обучение его к действиям в условиях невесомости. Одним из средств проведения подобных

тренировок являются электромеханические силокомпенсирующие системы, обеспечивающие в условиях земной гравитации имитацию движения космонавта в невесомости. В частности такая электромеханическая силокомпенсирующая система входит в состав тренажера «Выход-2» эксплуатируемого в НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина [1, 2]. В ходе тренировки на данном тренажере космонавт отрабатывает комплекс действий связанных с выходом в открытый космос. Работа космонавта в открытом космосе сопровождается рядом взаимодействий с различным оборудованием и инструментом. Для достижения максимальной реалистичности тренировки кроме непосредственно космонавта в скафандре должен быть обезвешен и объект, с которым он контактирует. Для этих целей тренажер должен быть укомплектован дополнительным устройством обезвешивания груза (УОГ). Кроме того УОГ так же может быть использован для отработки различных устройств и отдельных узлов космической техники.

Эффект имитации невесомости достигается благодаря компенсации силы тяжести действующей на объект обезвешивания посредством приложения к объекту противодействующего усилия [3]. В электромеханических силокомпенсирующих системах данное усилие формируется электродвигателем и через механическую передачу подается на объект обезвешивания. Наличие промежуточного элемента между электродвигателем и грузом обуславливает наличие дополнительных потерь и усложнение системы управления. При создании силокомпенсирующих систем необходимо учесть все известные возмущения, для этого, в том числе, необходимо знать какое влияние оказывает механическая передача на работу УОГ.

На рисунке 1 приведена типовая кинематическая схема УОГ.

Рис. 1. Кинематическая схема устройства обезвешивания груза

Как видно из рисунка 1 механическая передача включает в себя редуктор, барабан и канатно-блочную систему. Во время движения груза во всех элементах передачи возникают силы трения, увеличивающие суммарную нагрузку на двигатель. На рисунке 2 приведена экспериментально полученная зависимость

момента трения $M_{тр}$ от массы груза $m_{гр}$ при частоте вращения двигателя 600 об/мин.

Рис. 2. График зависимости момента трения $M_{тр}$ от массы груза $m_{гр}$ при частоте вращения двигателя 600 об/мин

На приведенном на рисунке 2 графике M_0 – это момент двигателя соответствующий весу груза. Суммарное усилие развиваемое электродвигателем определяется суммой $M_{тр}$ и M_0 . Из графика зависимости момента трения от массы груза, приведенного на рисунке 2, видно, что момент трения может составлять от 15% до 65% от суммарного усилия электродвигателя. Так же стоит отметить, что при увеличении скорости вращения двигателя составляющая момента двигателя в суммарном усилии возрастает.

Применение редуктора в механической передаче обуславливает возникновение дополнительных возмущающих воздействий, являющихся следствием наличия зазоров и кинематических погрешностей. Анализ показал [4], что при массе объекта обезвешивания близкой к номинальной (100 кг) кинематическая цепь находится в постоянном натяжении и раскрытие зазоров в редукторе практически исключается, однако при минимальных массах (около 10 кг) исключить раскрытие зазоров невозможно. Следствием кинематических погрешностей являются дополнительные возмущения, которые в случае попадания их частоты в полосу пропускания частот электропривода, могут создавать дополнительные динамические нагрузки и снижать устойчивость системы.

Входящая в состав механической передачи канатно-блочная система определяет ее упруго-диссипативные свойства. Возникающие в ней колебания в случае возникновения резонанса могут привести к неустойчивости, поэтому при создании системы управления УОГ необходимо предусмотреть их активное демпфирование. Также стоит отметить, что жесткость канатной передачи непостоянна и изменяется в зависимости от текущей длины каната.

Приведенные в статье усилия и возмущения, обусловленные наличием механической передачи, являются наиболее распространенными и существенными. Поэтому при реализации системы управления УОГ необходимо их учесть соответствующим образом. Для дальнейшего анализа влияния механической

передачи необходимо разработать математическое описание УОГ с учетом перечисленных факторов и провести моделирование работы системы в различных режимах.

Список используемых источников:

1. Пятибратов Г.Я., Барыльник Д.В., Бекин А.Б., Жамалетдинов Н.Р. Задачи совершенствования тренажёра «Выход 2» для решения задач по оценке физической готовности космонавтов к деятельности на Марсе // Пилотируемые полёты в космос. Звёздный городок, 2013. С. 258-260.
2. Пятибратов Г.Я., Бекин А.Б., Богданов Д.Ю. Совершенствование тренажеров осуществляющих имитацию на земле перемещений в условиях невесомости и пониженной гравитации // Пром-Инжиниринг. 2015. С. 160-165.
3. Кравченко О.А., Богданов Д.Ю., Бекин А.Б. Особенности построения и создания многокоординатных электромеханических силокомпенсирующих систем // Труды VIII Междунар. (XIX Всерос.) конф. по автоматизирован. электроприводу АЭП-2014. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. Т. 1. С. 332-336.
4. Барыльник Д.В., Пятибратов Г.Я., Кравченко О.А. Силокомпенсирующие системы с электроприводами переменного тока тренажерных комплексов подготовки космонавтов. *Ред. Журн. «Изв. Вузов. Электромеханика»; «Лик», 2012. 176 с.*

© 2016, Богданов Д.Ю., Титаренко И.А.,
Шиянова М.В., Акопян К.А.
*Влияние механической передачи на работу
устройства обезвешивания груза*

© 2016, Bogdanov D.Yu., Titarenko I.A.,
Shiyanova M.V., Akopyan K.A.
*Influence of mechanical transmission to operation
of the device of an weightlessness of a load*