

□ Авторы статьи:

Семыкина
Ирина Юрьевна
- аспирант кафедры электропривода
и автоматизации

Завьялов
Валерий Михайлович
- канд.техн.наук, доц. каф. электро-
привода и автоматизации

УДК 62-83-52:621.3.025.3

И.Ю. Семыкина, В.М. Завьялов, И.А. Куприянов

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДАВЛЕНИЯ УПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ В ЭЛЕМЕНТАХ ТРАНСМИССИИ ГОРНЫХ МАШИН

Одним из слабых узлов горных машин с точки зрения надежности является ее трансмиссия. Низкую надежность элементов трансмиссии можно объяснить усталостным износом, обусловленным упругими колебаниями, возникающими под действием нагрузки резкопеременного характера. Подавление этих колебаний является эффективным средством повышения надежности горных машин.

Одним из возможных направлений повышения надежности горных машин является способ, предложенный в [1]. Этот способ направлен на подавление упругих колебаний в горных машинах, трансмиссию которых можно представить двухмассовой механической системой. Математическое описание объекта управления и предлагаемого регулятора имеет следующий вид:

$$\dot{\omega}_1 = \frac{1}{J_1} (M - M_{12}); \quad (1)$$

$$\dot{\omega}_2 = \frac{1}{J_2} (M_{12} - M_C); \quad (2)$$

$$\dot{M}_{12} = C_{12} (\omega_1 - \omega_2); \quad (3)$$

$$M = M_{12} + \frac{J_1}{J_2} (M_{12} - M_C) - J_1 \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right) \times \\ \times (\omega_1 - \omega_2) - \frac{J_1}{T_1 T_2 C_{12}} (M_{12} - M_{12}^*), \quad (4)$$

где $\omega_1, \omega_2, J_1, J_2$ – частоты вращения и моменты инерции первой и второй масс; M – момент сил прикладываемый к системе (управляющее воздействие); M_{12} – момент упругих сил; M_C – момент сопротивления (возмущающее воздействие); C_{12} – коэффициент жесткости упругой связи; M_{12}^* – желаемое значение момента упругих сил; T_1, T_2 – постоянные времени системы управления.

При условии точного знания всех параметров двухмассовой механической системы и при отсутствии погрешностей в сигналах обратной связи, закон управления (4) обеспечивает высокое качество стабилизации момента.

В отличие от идеализированного случая, в реальных условиях работы параметры системы могут быть заданы с ошибкой, а в сигналах обратных

связей могут присутствовать погрешности. В таких условиях точность стабилизации упругого момента может ухудшиться.

Для анализа влияния погрешностей модели и системы измерения на качество регулирования упругого момента были проведены исследования закона управления (4) с использованием компьютерного моделирования, результаты которого приведены в табл. 1. Для получения точного значения погрешности, анализ чувствительности производился при постоянном моменте сопротивления. Полученные данные можно считать справедливыми для момента сопротивления резкопеременного характера с постоянным математическим ожиданием, поскольку погрешность в этом случае будет изменяться вокруг среднего значения, равного погрешности при постоянном моменте сопротивления.

Анализируя результаты, представленные в табл.1, видно, что существенное влияние на точность стабилизации упругого момента оказывают только погрешности в величинах ω_1 и ω_2 . Дополнительный анализ показал, что для этих величин недопустима даже минимальная погрешность, порядка 0,1%. Очевидно, что для работы в реальных условиях, рассмотренный закон управления требует модернизации.

Таблица 1

Влияние неточностей параметров и
погрешностей измерений на статическую
точность управления

Влияющая величина	Погрешность, %	Отклонение уставновившегося значения M_{12} , %
J_1	+5	+0,24
	-5	-0,26
J_2	+5	-0,24
	-5	+0,26
C_{12}	+5	0
	-5	0
ω_1	+5	Система становится неустойчивой
	-5	
ω_2	+5	
	-5	
M_{12}	+5	-3,85
	-5	+4,16

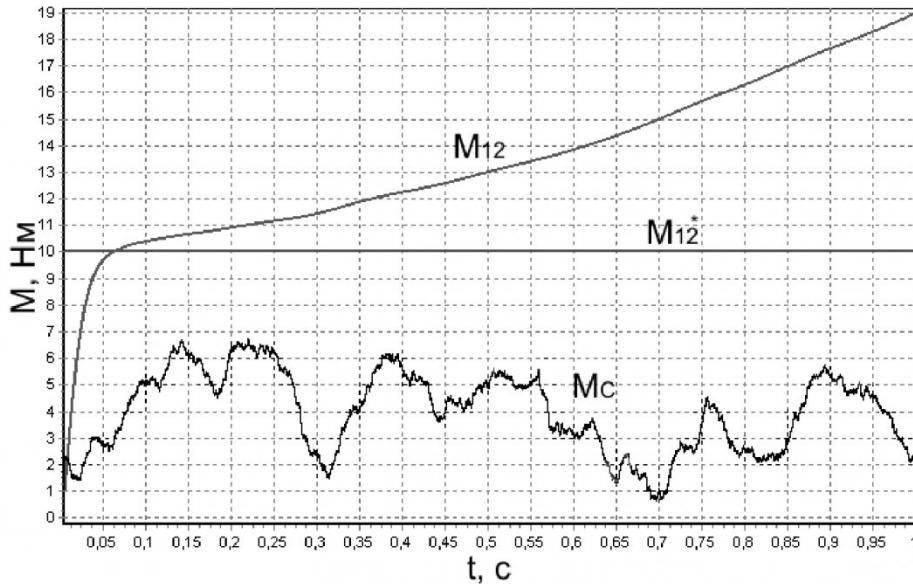


Рис. 1. Переходные процессы в двухмассовой механической системе, управляемой по закону (4), с погрешностями: в канале обратной связи по скорости второй массы – 1%, в канале обратной связи по упругому моменту – 10%

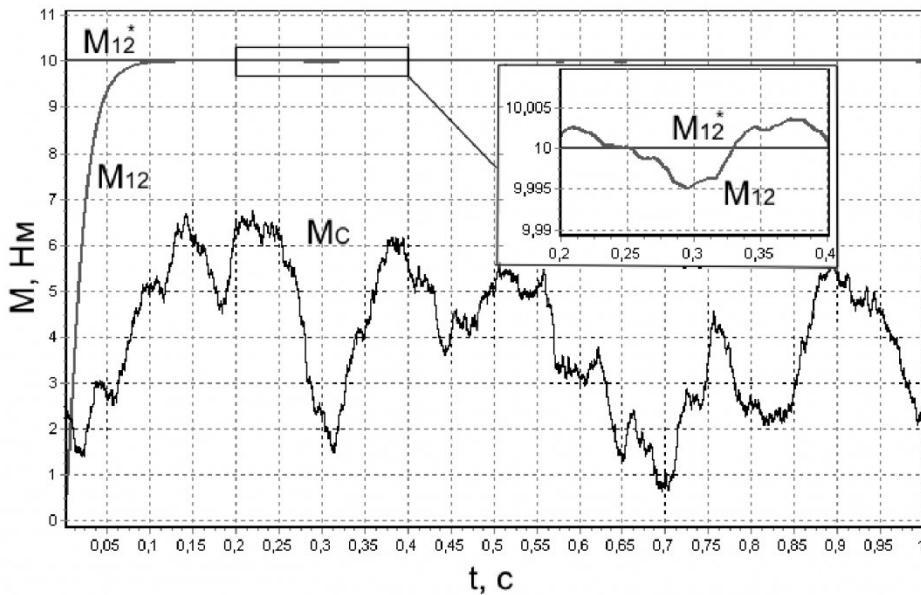


Рис. 2. Переходные процессы в двухмассовой механической системе, управляемой по закону (6), с погрешностью 10% в канале обратной связи по упругому моменту

Нечувствительность к погрешностям в каналах обратных связей по скорости может быть достигнута, если ввести в (4) соответствующие изменения. Они могут быть получены из анализа математической модели двухмассовой механической системы (3). Анализируя это выражение можно сделать вывод, что причиной наблюдаемого поведения системы является несовпадение средних значений угловой скорости первой и второй масс, что в рамках двухмассовой системы невозможно.

Исходя из этой предпосылки, а также учитывая, что закон управления (4) требует обратной связи по упругому моменту, введем следующую замену:

$$(\omega_1 - \omega_2) = \frac{\dot{M}_{12}}{C_{12}}. \quad (5)$$

В этом случае закон управления (4) примет вид:

$$M = M_{12} + \frac{J_1}{J_2} (M_{12} - M_c) - \dot{M}_{12} \times \\ \times \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2} \right) \frac{J_1}{C_{12}} - \frac{J_1}{T_1 T_2 C_{12}} (M_{12} - M_{12}^*). \quad (6)$$

Записанный в такой форме закон управления (6) исключает обратные связи по скорости, что делает его нечувствительным к этим величинам. При этом, даже при наличии постоянной состав-

ляющей погрешности в канале обратной связи по упругому моменту, в \dot{M}_{12} она не отразится, что обусловлено свойствами процесса дифференцирования.

Для проверки работоспособности закона (6), на рис. 2 приведены результаты моделирования этой системы с погрешностью в канале обратной связи по упругому моменту, равной 10%. Для сравнения, на рис. 1 приведены результаты моделирования работы двухмассовой системы, управляемой по закону (4), при тех же условиях, но с погрешностью 1% в канале обратной связи по скорости.

Как видно из рис. 1 и 2, модернизированный закон управления упругим моментом двухмассовой механической системы обеспечивает высокое качество регулирования, даже в случае наличия погрешности в канале обратной связи по упругому моменту. При этом, вследствие исключения датчиков скорости, повышается надежность всей системы, что дополнительно увеличивает применимость предлагаемого закона управления. Таким образом, предлагаемый модернизированный закон управления может быть рекомендован для использования в системах управления электроприводами горных машин для повышения их надежности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Завьялов В.М. Подавление упругих колебаний в горных машинах с двухмассовой расчетной схемой // Вестн. КузГТУ, 2005. – №6 – С.67-69.

□ Авторы статьи:

Семыкина
Ирина Юрьевна
- аспирант каф. электропривода и
автоматизации

Завьялов
Валерий Михайлович
- канд.техн.наук, доц. каф. электропривода и автоматизации

Куприянов
Иван Александрович
- студент каф. электропривода и
автоматизации

УДК 697.245

В.М. Ефременко, И.В. Воронов

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ХИМИЧЕСКОГО ВОЛОКНА

Исходным этапом работ по энергосбережению является проведение энергетического обследования (энергоаудит) предприятия, целью которого является оценка эффективности использования энергетических ресурсов. Одним из этапов энергоаудита является анализ информации об энергопотреблении, в том числе анализ электропотребления предприятия.

В состав предприятия входят 14 основных цехов и участков и ряд ремонтных, обслуживающих подразделений и служб. Основной продукцией предприятия является техническая нить и кордная ткань, изготавливаемые из синтетических волокон. В связи с необходимостью поддержания микроклимата в ряде основных производств, на предприятии имеется группа вспомогательных цехов (тепло-снабжения, водоснабжения и канализации, парокотельный, аммиачно-холодильная ком-

прессорная станция), обеспечивающих поддержание искусственного микроклимата в технологических цехах, а также азотно-кислородная станция, предназначенная для обеспечения

производства капроновой, кордной, технической и текстильной нити азотом и сжатым воздухом.

Все основные и вспомогательные подразделения являются

Таблица 1

Потребление электроэнергии основными и вспомогательными цехами и участками

Наименование цеха или участка	тыс. кВт·ч	%
ХПЦ-1	4121,28	5,09
Участок прядильный	3703,65	4,58
Участок штапельный	161,6	0,20
ХПЦ-2	3849,12	4,76
2-й крутильный	8076,74	9,98
Ткацкий	314,51	0,39
Текстильный	5164,23	6,38
Хим. цех	6611,44	8,17
ХПЦ	504	0,62
ПКЦ	9239,91	11,42
ВиК	16268,81	20,10
АКС	9632,41	11,90
АХКС	13286,77	16,42
Всего	80934,47	100