

ПОДАВЛЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ ПОДВЕСА КРАНА НАСТРОЙКОЙ РЕГУЛЯТОРОВ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ

Хаджинов М. К., Павлова А. В., Стасевич Н. А.

Кафедра систем управления, Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: {pavlova, stasevich}@bsuir.by

Решается задача управления краном с целью подавления колебаний подвеса с грузом при перемещении электропривода грузовой тележки в горизонтальном направлении. Предлагается усиление демпфирования колебаний перенастройкой регулятора электропривода грузовой тележки.

ВВЕДЕНИЕ

В простейшем варианте движение груза и тележки описывается линейной двухмассовой моделью третьего порядка с переменными пространства состояний: скоростью тележки, скоростью груза и отклонением координаты груза от точки подвеса грузовой тележки [1]. Управление движением осуществляется через электропривод грузовой тележки, имеющий высокие динамические характеристики и полосу пропускания во много раз превышающую частоту собственных колебаний подвеса груза. Ветровые возмущения приложены к грузу в виде дополнительного ускорения.

Возможно осуществлять управление в разомкнутом контуре по модели без датчиков обратной связи. При этом схема управления самая простая, но терминальное управление весьма условное.

Объект управляется через шейпинг-фильтр. Шейпинг-фильтр включает в себя контур управления моделью объекта модальным регулятором. Сигнал ошибки контура управления моделью используется как управляющий сигнал для объекта. Внешние возмущения не компенсируются шейпинг-фильтром. Параметрические возмущения длины подвеса груза значительно ухудшают точность управления в разомкнутом контуре через шейпинг-фильтр

I. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ С ЗАМКНУТЫМ КОНТУРОМ

Кардинальное решение задачи демпфирования колебаний подвеса и компенсации возмущений возможны в замкнутом контуре управления с дополнительными датчиками: скорости груза или отклонения груза. Сигналы, эквивалентные дополнительным датчикам, могут быть сформированы наблюдателем, привязанным к установленному на электроприводе датчику скорости тележки.

В двухмассовой схеме грузовой тележки и груза трос подвеса играет роль упругой связи. Колебания двух масс происходят в противофа-

зе и при определённых условиях, в принципе, может происходить эффективное демпфирование колебаний. Например, упругость натяжителя тросов, связывающих грузую тележку с её электроприводом, а также упругость самих тросов увеличивает податливость грузовой тележки на возмущения от раскачивания груза.

Это приводит к дополнительному рассеиванию механической энергии и демпфированию колебаний. Но увеличение податливости грузовой тележки целесообразно реализовывать не механическими средствами, а настройкой регуляторов электропривода грузовой тележки, в частности регулятора контура скорости.

II. ПЕРЕРАСЧЁТ РЕГУЛЯТОРОВ ЭЛЕКТРОПРИВОДА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В КРАНЕ

Канал передачи возмущений от раскачивания груза на выход электропривода грузовой тележки может регулироваться изменением частоты среза контура скорости электропривода. При обычной настройке регуляторов частота среза контура скорости около 1000 1/с и коэффициент передачи возмущения маленький. При этом электропривод удерживает грузую тележку от раскачивания и тем самым препятствует взаимному гашению колебаний в двухмассовой механической системе с упругой связью, какой является модель крана.

Уменьшением частоты среза контура скорости электропривода и его способности удерживать грузую тележку от колебаний можно достичь желаемого демпфирования колебаний подвеса с грузом. Так как регулятор скорости перенастраивается в сторону уменьшения полосы пропускания, перенастройки контура тока не требуется.

Если пренебречь динамикой электропривода, то для желаемого коэффициента демпфирования равного 0.75 желаемая частота среза контура скорости электропривода (w_{cg}) выражается достаточно просто

$$w_{cg} = (m_{gr}/m_{tel})/1.5 * (g/L)^{0.5} \quad (1)$$

где m_{gr} – масса груза;

m_{gr} - масса грузовой тележки и приведённой к ней инерционностью электропривода;

g - ускорение силы тяжести;

L – длина подвеса груза.

Численное значение выражения $(m_{gr}/m_{tel})/1.5$ определяет коэффициент превышения частоты среза электропривода частоты собственных колебаний подвеса груза.

Чтобы динамика электропривода не становилась доминирующей, значение этого коэффициента следует ограничить снизу хотя бы единицей. Т.е. при малом весе груза или пустом крюке не следует уменьшать частоту среза контура скорости электропривода ниже частоты собственных колебаний подвеса груза.

Было выполнено моделирование процессов в кране с перенастроенными регуляторами по управлению и возмущению.

Параметры крана, его нагрузка и настройки: длина подвеса массы на блоке $L = 2$ м, отношение массы груза к массе грузовой тележки равно 10, частота среза электропривода грузовой тележки - 500 1/с. Выполнено моделирование процессов при несоответствии настроек и параметров регуляторов в несколько раз в обе стороны.

Графики процессов при отклонении настройки регулятора скорости привода в 3 раза приведены на рис.1.

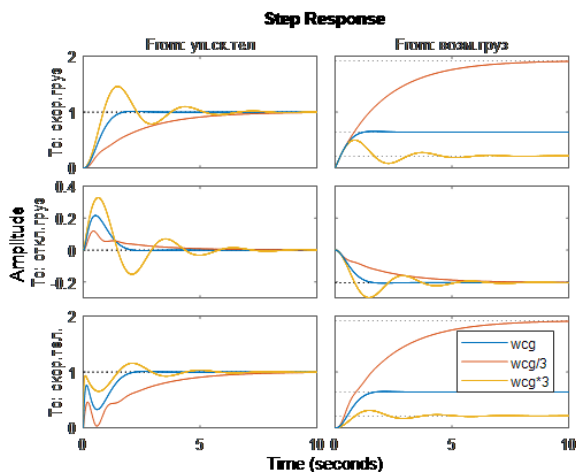


Рис. 1 – Графики процессов

Как видно из рисунков, при правильной настройке регулятора скорости длительность процессов по управлению и возмущению меньше 2 с.

При отклонении настройки регулятора в 3 раза длительность процессов увеличивается до 5 с с приемлемой формой переходной характеристики. Отдельно моделировались процессы в кране при малом весе нагрузки.

Графики процессов при равенстве масс груза и грузовой тележки приведены на рис.2.

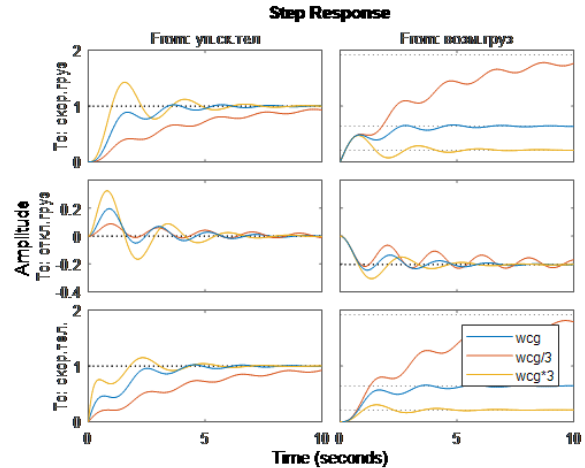


Рис. 2 – Графики процессов

Как видно из рисунков, при заниженной нагрузке крана демпфирование колебаний подвеса груза происходит за несколько большее время 5 – 10 с. Отклонение настройки регулятора в 3 раза не оказывает существенного влияния на процессы.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При нормальной нагрузке крана перенастройка регулятора контура скорости обеспечивает превосходное демпфирование колебаний подвеса груза как по управлению, так и по возмущению от ветровых нагрузок.

Перенастройка регулятора контура скорости превосходит другие способы достижения демпфирования колебаний груза по простоте.

При заниженной нагрузке крана перенастройка регулятора контура скорости обеспечивает в какой то степени приемлемое демпфирование колебаний подвеса груза как по управлению, так и по возмущению от ветровых нагрузок.

1. Хаджинов, М. К. Система управления подъёмным краном на базе квазимодального регулятора с функцией подавления колебаний перемещаемого груза / М. К. Хаджинов, А. С. Шмарловский // Доклады БГУИР. – 2009. – № 7. – С. 38–43.