

АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВАЛА

Касымов К.Ш.

Научный руководитель: доцент к.т.н. кафедры ИКСУ Громаков Е.И.
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
ksk24@tpu.ru

Введение

На таких технологических установках, как мостовые краны, конвейеры, станки и другие. существует необходимость в согласованном вращении двигателей, позволяющем снижать динамические нагрузки из-за разницы в скоростях передвижения опор крана. Решение этой проблемы позволяет увеличить долговечность механизмов передвижения кранов. Эту проблему можно решить несколькими способами: с помощью частотного регулирования и обратной связи от электропривода или при использовании электрической связи. Целью данной работы является анализ и моделирование работы схемы двух асинхронных моторов крановой конструкции, объединенных электрической связью.

Теоретическая часть

Такую связь называют электрическим валом. К преимуществу этого варианта согласованной работы асинхронных двигателей с фазным ротором можно отнести простоту электрической схемы. Как показала многолетняя эксплуатация, такая схема обеспечивает высокую надежность их работы.

Существуют три основных вида схем электрического вала:

- Дистанционный электрический вал;
- Уравнительный электрический вал;
- Электрический вал с общим резисторами.

Наибольшее распространение имеют схемы согласованного вращения, состоящие из двух и более одинаковых машин, роторы которых включены на общее внешнее сопротивление R . Данная схема показана на рисунке 1.

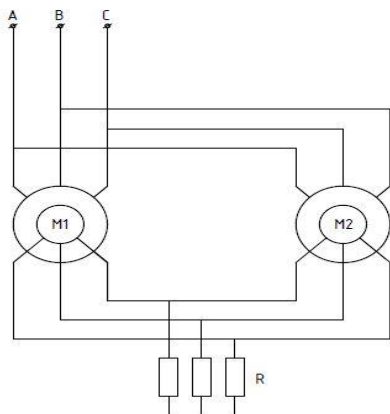


Рис. 1. Схема электрического вала

Цепи ротора двигателей соединены встречно и параллельно. Сопротивления включены во все три

фазы. Помимо токов, протекающих в обмотках роторов, в цепи роторов обеих машин течет уравнительный ток. Наличие этого тока обуславливает появление синхронизирующего момента, вследствие чего машины вращаются синхронно. Моменты, развиваемые первой и второй машинами, определяются суммой двух составляющих, где первая асинхронная, а вторая синхронизирующая [1]. Если нагрузка на валах машин окажется разными, то уравнительный момент будет разгружать машину с большей нагрузкой и подгружать менее нагруженную машину. При этом нагрузки обеих машин окажутся равными, а угловые скорости одинаковыми.

В проведенных исследованиях использовались двигатели трех номинальных мощностей: 0,37, 37,3, 200 кВт, параметры которых были определены для схемы замещения по данным каталога.

Представленные ниже результаты относятся к двигателю мощности 0,37 кВт, типа RA71A2. Его параметры приведены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры двигателя

Тип двигателя	P_n , кВт	n_n , об/мин	η , %	$\cos\phi$
RA71A2	0,37	2800	71	0,81
I_n , А	$\frac{I_{пуск}}{I_n}$	$\frac{M_{пуск}}{M_n}$	$\frac{M_{max}}{M_n}$	J , кг · м ²
1,5	5	2,3	2,4	0,0004

На рисунке 2а приведена осциллограмма изменения скорости двигателей для схемы, когда оба двигателя включаются одновременно без какой-либо электрической связи, если по прошествии 4 сек на второй двигатель подать нагрузку.

Из этой осциллограммы следует, что при установившемся режиме вращения, при подаче нагрузки на второй двигатель его скорость падает и двигатели начинают вращаться не согласованно. Чтобы устранить это, свяжем оба двигателя электрическим валом. На рисунке 3 показана Matlab-модель такой схемы совместной работы двигателей. Переходный процесс обоих двигателей оказался одинаковым и показан на рисунке 2б.

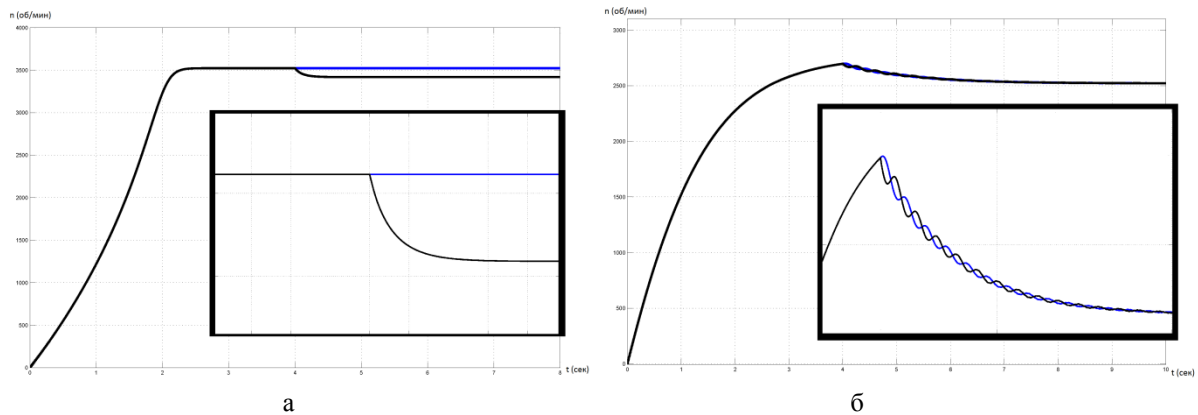


Рис.2. а) Осциллограмма скорости вращения двух не согласованных двигателей, б) Осциллограмма скорости вращения в система электрического вала

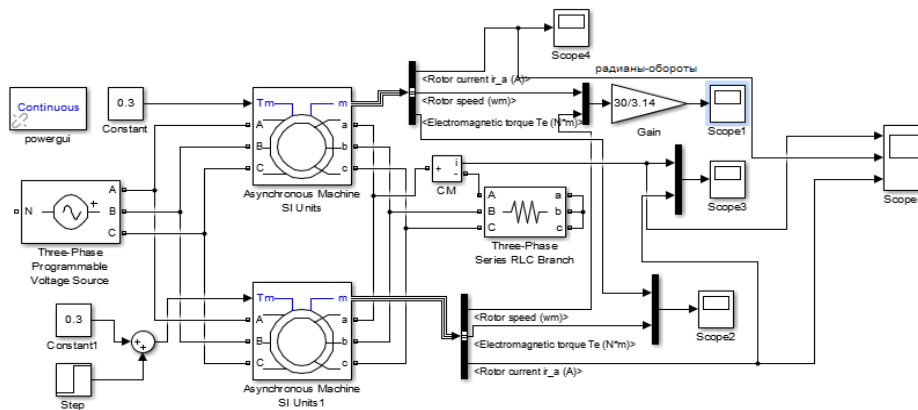


Рис.3. Схема модели электрического вала

Изполученной осциллограммы на рисунке 2б можно сделать вывод, что система синхронизации двигателей на основе электрического вала работает. После подачи нагрузки на второй двигатель первый так же снижает скорость. В течение короткого промежутка времени их скорости колеблются, после чего амплитуда колебаний становится незначительной.

Электрический вал так же применим для двигателей большей мощности. Но так как сопротивление обмотки для таких двигателей составляет незначительную величину (порядка 1 Ом и менее, чем мощнее двигатель, тем больше ток протекает в нем), то дополнительный резистор должен иметь сопротивление, меньшее чем их обмотки. С учетом того, что по резистору должен протекать большой уравнивающий ток, то становится проблемным применение этой схемы не только из за потерь энергии на уравнительном сопротивлении, но и из-за кабеля, объединяющего совместную работу двигателей, разнесенных на расстояние более десяти метров. Это делает применение данной схемы не целесообразной.

Заключение

По данным полученным при моделирование системы электрического вала можно сделать

вывод, схема электрический вал применима для двигателей малой мощности где уравнивающий ток не достигает значительной величины.

Список используемой литературы

1. Садовский, И. М. Согласованное вращение асинхронных двигателей, "Электрический вал". - М.: Государственное энергетическое изд-во, 1948. – 135с.
2. Лобов Н.А. Динамика грузоподъемных машин. - М.: Машиностроение, 1987. – 160 с.
3. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины. - М.: Машиностроение, 1979. – 558 с.
4. Лобов Н.А. Динамика передвижения кранов по рельсовому пути. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003 – 230 с.
5. Теличко Л. Я Анализ причин возникновения сил перекоса мостового крана. / Теличко Л. Я., Дорофеев А.А. // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2006. №7 С.57-60.
6. Терёхин В.Б., Дементьев Ю.Н. Компьютерное моделирование системы электропривода постоянного и переменного тока в Simulink. - Т.: Изд-во ТПУ, 2015. – 307 с.