

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ПЕРЕМЕННОГО ТОКА МЕХАНИЗМА ВРАЩЕНИЯ МЕТАЛЛОФОРМЫ МАШИНЫ ДЛЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ЛИТЬЯ ЧУГУННЫХ ТРУБ

Борисенко В.Ф., Войтенко Е.Е., Чекавский Г.С., Борисенко И.В.
ДНТУ, ДПТ

The question of utilisation the electric drive of alternative current for the centrifugal casting machine of cast-iron pipes are considered.

До настоящего времени, практически монополюно, для привода механизма вращения металлоформы применяется привод постоянного тока [2]. Имеются системы, когда приводной двигатель получает питание от мощных выпрямителей, работающих на шины постоянного тока, или от тиристорного преобразователя. В качестве приводного наиболее широко используют двигатель смешанного возбуждения типа Д808.

Учитывая то обстоятельство, что двигатель постоянного тока сложен в эксплуатации, требует текущего контроля состояния коллектора и щёточного аппарата, в несколько раз дороже асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, предлагаем для привода механизма вращения металлоформы использовать систему преобразователь частоты- асинхронный двигатель.

Как показано в [1], на машине центробежного литья труб диаметром 400 мм в течение часа планируется получить 14 труб. Время цикла на производство одной трубы - $t_{\text{ц}}=258$ с. В это время включена толчкообразная работа привода в процессе извлечения изделия из металлоформы. Среднее число толчкообразных включений может быть принято равным четырём. Тогда, число включений двигателя для производства одной трубы будет равно пяти, а для четырнадцати – $N=5*14=70$ вкл/час.

Принимаем время разгона системы до установившейся скорости, как и в случае привода постоянного тока, $t_p=10$ с; толчковое включение осуществляем на частоте $f=5$ Гц; в качестве закона управления преобразователем принимаем стандартный $U/f=\text{const}$. Приводной двигатель – двигатель серии 4А, $P_n=55$ кВт, $n_0=750$ об/мин; закрытого исполнения; преобразователь частоты из серии РЭН, $P_n=70$ кВА.

Механические и электромеханические характеристики двигателя при питании от преобразователя частоты представлены на рис. 1.

Расчётную электромеханическую систему представляем в виде двухмассовой; суммарный относительный момент инерции $\gamma=50$; приведенную жёсткость C_{12} расчётной системы принимаем в диапазоне

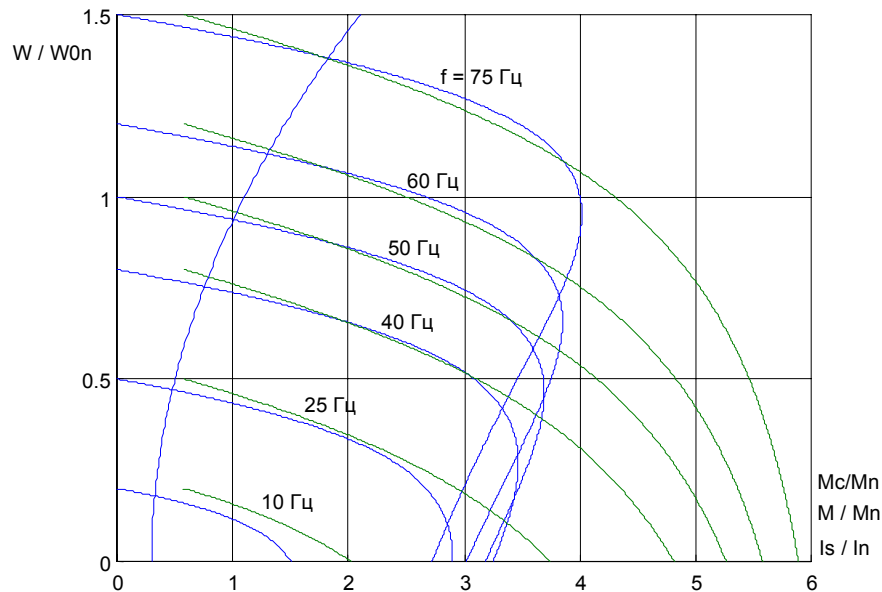


Рисунок 1_ Механические и электромеханические характеристики двигателя в системе ПЧ-АД

(25-75) Нм/рад. Исследования проводим при работе двигателя по статическим механическим характеристикам и при учёте электромагнитных явлений в последнем. Блок-схема модели электромеханической системы (ЭМС) приведена на рис. 2.

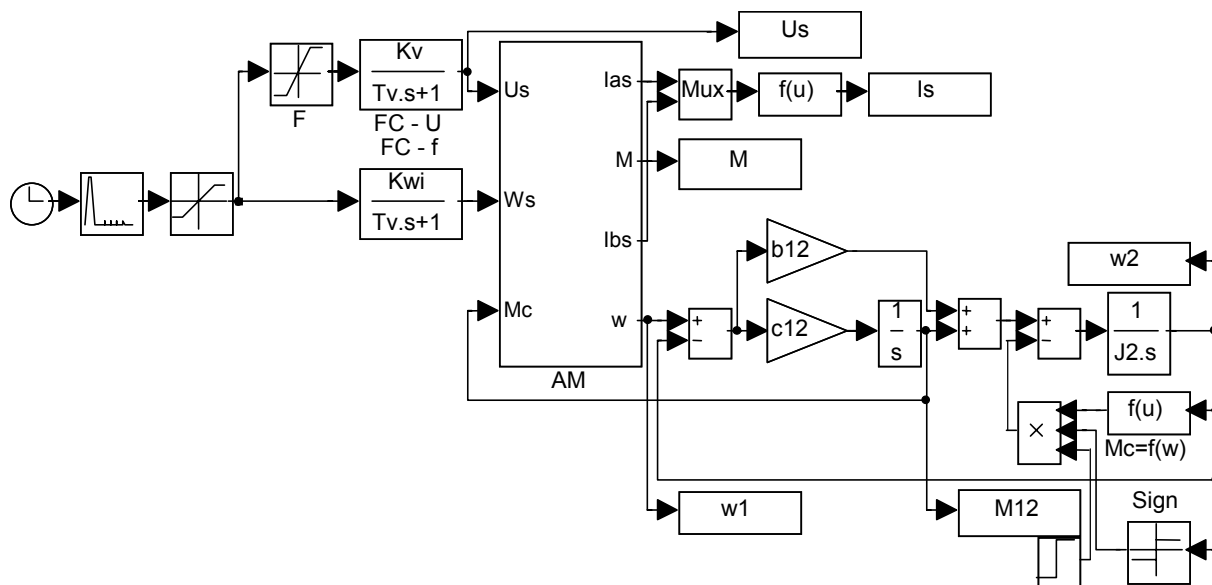


Рисунок 2_ Блок-схема модели электромеханической системы

Момент сопротивления является нелинейной функцией частоты вращения, на модели он задаётся в функции частоты вращения второй массы.

Для реальной системы одним из главных условий является пуск без проскальзывания клиноременной передачи. Поэтому рассмотрим несколько законов изменения задающего напряжения $U_{зи}$ – линейный, комбинированный (два линейных участка с разным темпом изменения задания), параболический. Полученные графики оценим с точки зрения величины упругого момента M_{12} , его максимального и минимального значений. Как видно из приводимой ниже таблицы 1, колебания упругого момента возрастают при переходе от линейного к параболическому законам изменения $U_{зи}$, а также с ростом C_{12} . Причём, при пуске по статическим механическим характеристикам двигателя M_{12} не имеет отрицательного минимума. И наоборот, при учёте электромагнитных явлений в двигателе для всех случаев изменения $U_{зи}$ имеют место отрицательные значения $M_{12 \min}$, увеличивающиеся с ростом приведенной жёсткости.

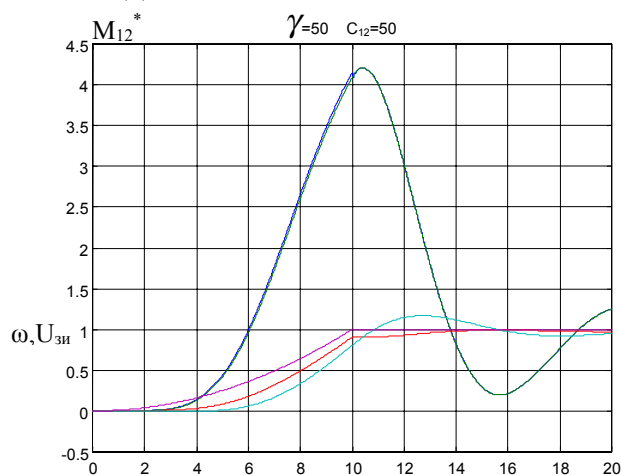
Таблица 1. Величины $M_{12}^* \max, \min$ при различных законах изменения $U_{зи}$

Закон изменения $U_{зи}$	C_{12} Нм/рад	Статические хар-ки двигателя		С учётом электромагн. явлений в двигателе	
		$M_{12 \max}^*$	$M_{12 \min}^*$	$M_{12 \max}^*$	$M_{12 \min}^*$

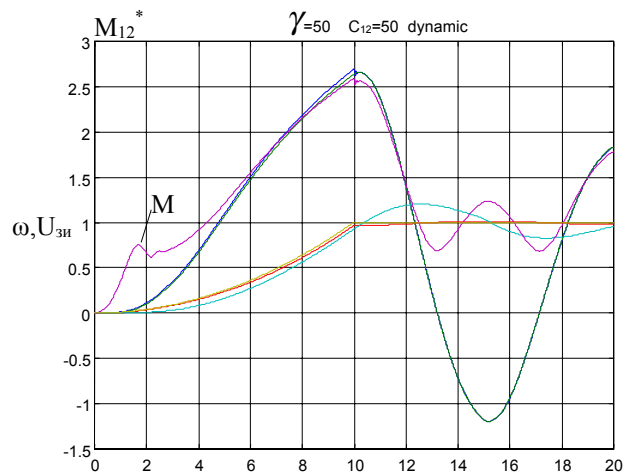
	25	2,7	0,75	1,9	-0,46
	50	2,74	0,65	2,04	-0,47
	75	2,83	0,62	2,15	-0,53
	25	3,24	0,65	2,25	-0,43
	50	3,75	0,3	2,08	-1,02
	75	3,84	0,22	2,14	-1,12
	25	3,52	0,6	2,53	-0,44
	50	4,2	0,27	2,62	-1,15
	75	4,4	0,08	2,63	-1,28

Данные табл.1 свидетельствуют о том, что наименьшие значения M_{12} имеют место при линейном характере изменения задающего напряжения. Этот закон изменения $U_{зи}$ принимаем в качестве основного при формировании циклограммы работы механизма.

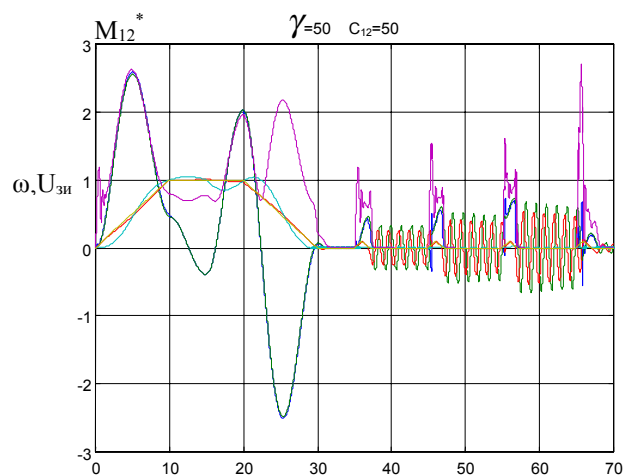
На рис.3 представлены результаты формирования циклограммы работы механизма вращения для двух случаев учёта двигателя – а) по статическим механическим характеристикам, б) с учётом электромагнитных явлений в двигателе.



а)



б)



в)

Рисунок 3_ Фрагменты формирования циклограммы работы системы
а) По статическим характеристикам;
б) с учетом электромагнитных явлений в двигателе;
в) с учетом толчкообразных включений двигателя.

Приведенная жёсткость C_{12} в обоих случаях равна 50 Нм/рад; рассмотрены четыре толчкообразных включения двигателя на частоту $f=5$ Гц. В случае а) после снижения $U_{зи}$ до нуля, момент двигателя приходит в ноль и скорости $W1$ и $W2$ быстро спадают до нуля, толчкообразный режим протекает без заметных колебаний рассматриваемых величин. При учете электромагнитных явлений процесс более динамичен. В начале пуска сказывается электромагнитный переходной процесс, но он ослаблен за счет плавного изменения частоты питающего напряжения на двигателе. Процессы замедления и остановки управляемы; напряжение задания снижается до нуля, а электромагнитный момент двигателя за счет

незатухшего поля статора еще некоторое время колеблется в районе нуля с малой амплитудой, вызывая колебания масс W_1 и W_2 . Толчковый режим также более динамичен, чем в случае а). Момент двигателя в толчковом режиме может подстраиваться до нужного значения выбором частоты питающего напряжения (5...6...7 Гц).

Анализируя возможности системы ПЧ-АД для механизма вращения металлоформы, можно констатировать, что она полностью удовлетворяет требованиям технологии и работы машины, имеет возможности для введения обратных связей как от цифровых, так и от аналоговых систем.

Преобразователи частоты, предлагаемые в Украине, имеют равные возможности. Это преобразователи РЭН (Харьков), ELVOvert MX (Вена, Австрия), Altivar (Schneider Electric, Франция), Simovert Master Drivers (Siemens, Германия) и другие.

Применение системы ПЧ-АД позволит упростить привод, удешевить обслуживание и сэкономить электроэнергию за счет формирования желаемых переходных процессов с ограничением динамических нагрузок.

Литература

1. Борисенко В.Ф., Чепак А.А., Войтенко Е.Е. Определение технологических параметров электропривода механизма вращения металлоформы машины для центробежного литья труб диаметром 400 мм. Вісник Східноукр. ун-ту.- 2001- №4, 27-29с.,
2. Исследование режимов работы электропривода металлоформы центробежных машин и разработка рационального ресурсосберегающего электропривода. Отчет по теме. Борисенко В.Ф., Чепак А.А.- Донецк: МНПЦ "Корунд", 1992.- 40 с.