

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ СМЕСИТЕЛЯ КОМПОНЕНТОВ В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ

284-291
Заболотный И.П. канд. техн. наук, доц., Ларина Е.Ю. м.н.с.,
Донецкий государственный технический университет

На основании проведенных экспериментальных исследований режимов работы асинхронного двигателя (АД) в многодвигательном комплексе, установлены допустимые значения режимных параметров АД, не приводящие к перегреву его обмоток для использования в микропроцессорной системе контроля и управления.

On the basis of the carried out experimental researches of modes of operations of the asynchronous engine (AE) in a multiimpellent complex, the allowable meanings mode of parameters a AE not resulting to overheating of its windings for use in the microprocessor monitoring system and management are established.

Многодвигательный технологический комплекс приготовления высокооднородной смеси (МТК ПВС) предназначен для получения пралиновых начинок шоколадных конфет, вафель и тортов. Исполнительными механизмами комплекса являются в основном асинхронные двигатели мощностью от 1,5 до 10 кВт. Вместе с тем требования, предъявляемые к динамическим характеристикам этих исполнительных механизмов зачастую превышают предписанные им паспортными данными. Учитывая специфику технологии, предусматривающей изменчивость и усложнение рецептур по составу компонентов, режимы работы АД – повторно-кратковременные. При этом не все привода соответствуют такому назначению. В связи со сказанным, система контроля и управления должна приспособливаться к возможностям АД и поддерживать номинальными режимные параметры, чтобы не допустить перегрева их обмоток и сохранить назначенный ресурс.

Аналитическое обоснование выбора оптимального режима работы АД при различной интенсивности заполнения дозаторов и смесителей компонентов требует проведения экспериментальных исследова-

дований. Целью исследований является:

1) определение зависимости потребляемой асинхронным двигателем мощности от частоты вращения выходного вала, задаваемой исполнительным механизмом вариаторного редуктора при максимальном крутящем моменте на выходном валу $M_{\text{вых}} = \text{const}$.

2) установление критериев оценки соответствия токов АД номинальному в различных режимах работы механизмов многодвигательного технологического комплекса приготовления высокооднородной смеси (МТК ПВС);

3) определение влияния режимов работы и внешних условий эксплуатации на нагрев обмоток АД.

Экспериментальные исследования выполнены в три этапа:

1. Исследования АД в составе привода типа ПВКП-80-240-7,5 проведены 21 октября 1994 г. в лаборатории испытаний и сертификации НИИредуктора, г. Киев.

2. Исследования динамических характеристик АД смесителя проведены в период отработки рецептур (с 9 по 27 августа 1999г) в условиях цеха № 04 Черкасской бисквитной фабрики.

Подача сухих и жидких компонентов осуществлялась в соответствии с технологической схемой в течение 80 часов с периодичностью цикла работы, равного 16 часам без перерыва.

3. Исследования соответствия теоретического и реального циклов загрузки - разгрузки дозаторов действительно проведены в условиях цеха № 22 АО "ТОЧМАШ" (19 ноября, 1995г.).

На первом этапе определялась возможность использования вариаторного привода в качестве исполнительного механизма смесителя компонентов и определялся перечень контролируемых параметров, обеспечивающих работоспособность и заданный ресурс работы.

Для установления ограничений на допустимые отклонения параметров от номинальных значений, проанализируем основные технические данные вариатора, приведенные в табл. 1.

Кроме номинальных и режимных параметров следует также обратить внимание на рекомендуемые ограничения на параметры эксплуатационные: температура масляной ванны: $t_{\text{м.в.}} \leq 95^{\circ}$; уровень масла h должен соответствовать середине стекла маслоуказателя; температура нагрева корпуса вариатора $t_{\text{к.в.}} \leq 85^{\circ}$; допустимое удлинение цепи ($L_{\text{ц}} = L_{\text{ном}} - L_{\text{факт.}}$; $L_{\text{ном}} = v_{\text{ц}} * n_{\text{зв}}$, где $v_{\text{ц}}$ - шаг цепи. $n_{\text{зв}}$,

количество звеньев), мм: $L_{доп} = \leq 12$. Программой испытаний предусматривалось бесступенчатое изменение частоты вращения выходного вала с фиксированной потребляемой двигателем мощностью на каждой ступени нагружения при постоянном крутящем моменте на выходном валу.

Таблица 1-Техническая характеристика привода смесителя компонентов

Тип Привода	Параметр, размерность	Величина параметра
Вариаторный привод ВРКД 80-240-7,5	Номин. частота вращения вых. вала, n вых. ном., об/мин: максимальная	240
	минимальная	80
	Макс. крутящий момент на выходном валу $M_{вых. ном. Нм}$	300
	Коэффициент полезного действия, % , не менее	85
	Радиальная нагрузка на конце выходного вала, H , не более	5645
Двиг. Главн. Движения АИР 13284	ТУ16-525.571-84: Номинальная мощность, кВт	7,5
	Синхронная частота вращения, об/мин	1500
Двигатель исполнительного механизма АИР 50В4УЗ, Режим Работы:	ТУ 16-521.649-85	
	Номинальная мощность, кВт	0,09
	Синхронная частота вращения, об/мин	1500
	$M_{кр. макс. Нм}$	8,0
	Время регулирования по диапазонам, сек	69-89
	Нагрузка постоянная, запуск производится не более 2-3 раза в смену, при работе 8 ч в смену - коэффициент уменьшения нагрузки k_n	1,00
то же при 2-х сменах	1,25	
то же при 3-х сменах	1,6	

На стенде для испытаний привода для смесителя компонентов использована аппаратура, приведенная в табл.2.

Таблица 2- Испытательная аппаратура

Наименование	Тип, марка, ГОСТ, ТУ	Класс точности, Погрешн. измерений	Пределы измерений	Назначение
Измерительный комплект	K505 ТУ25-042251-73	0,5; 1,0	Ток 0,5-600 А Напряжение 30-600 В Мощность 0,015-360 кВт	Измер. тока, напряжения, мощности
Шумомер	Шум-1М30 ТУ25-06 1736-77	2	30-120 дБА	Измерение шумовых хар-к
Шумомер	Шум-1М ГОСТ 17187-81	2	30-120 дБА	Измерение шумовых хар-к
Тахометр электронный	ТЭ-Д ГОСТ 21339-82	1	0-5000 об/мин	Измер. частоты вращения
Секундомер	СОППР-2А-3000 ГОСТ 5072-79	3	0-16 мин	Измерение времени
Термометр электрический	ТХК - 529 (539)	1,5	0 - 400° С	Измерение темп. наружных поверхностей корпуса

В результате проведенного эксперимента получены исходные данные зависимости потребляемой двигателем мощности от частоты вращения выходного вала при $M_{вых} = 300 \text{ Н м} = const$. С помощью пакета прикладных программ Mathcad выполним обработку полученной статистической информации. Имеем:

Исходная матрица

80	4.5
120	5.1
140	5.7
160	6.1
Р	190 6.8
	215 6.2
	240 7.0
	250 7.2
	270 8.1

Вычисление значений линейного интерполяционного полинома

$$P_{1j} = P_{j,1}$$

$$n_j = P_{j,0}$$

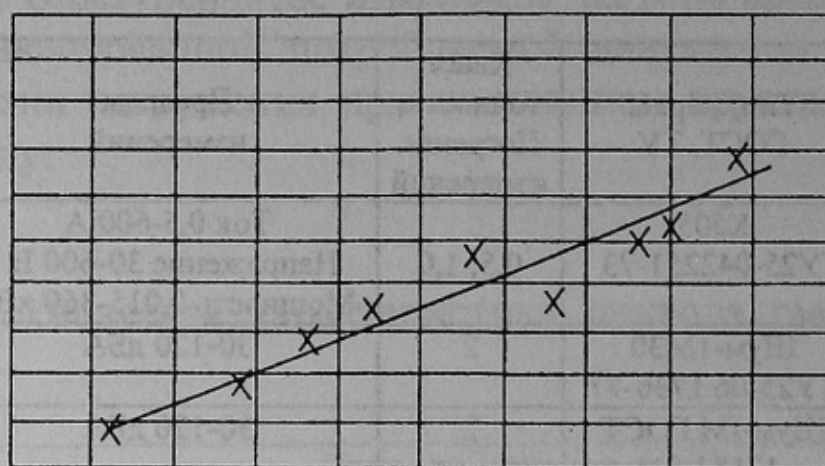
$$linterp(n, P1, 80) = 4.5$$

$$linterp(n, P1, 200) = 6.56$$

$$linterp(n, P1, 280) = 8.55$$

На рис. 1 показаны результаты обработки данных.

Р, кВт

10
9.4
8.8
8.2
7.6
6.4
5.8
5.2
4.6
4

50 75 100 125 150 175 200 225 250 275 300 п, об/мин

Рисунок 1 - Зависимость потребляемой двигателем мощности от частоты вращения выходного вала при $M_{\text{вых}} = 300 \text{ Нм (const)}$

По результатам работы привода установлено, что он пригоден к эксплуатации в режиме постоянной нагрузки и с запуском не более 2 - 3 раз в смену. Учитывая тот факт, что в реальных условиях эксплуатации температура помещения достигает 40°C и выше, что может повлиять на перегрев поверхности корпуса свыше допустимой, необходимо контролировать температуру поверхности АД во время работы системы. Отмечен также значительный уровень шума, обусловленный наличием дополнительного зазора на валу порядка 10мм. Корректированный от посторонних источников шума уровень звуковой мощности достигал 80 дБА, при номинальном значении 88 дБА.

В результате эксперимента получены следующие осциллограммы (рис.2- рис.8)

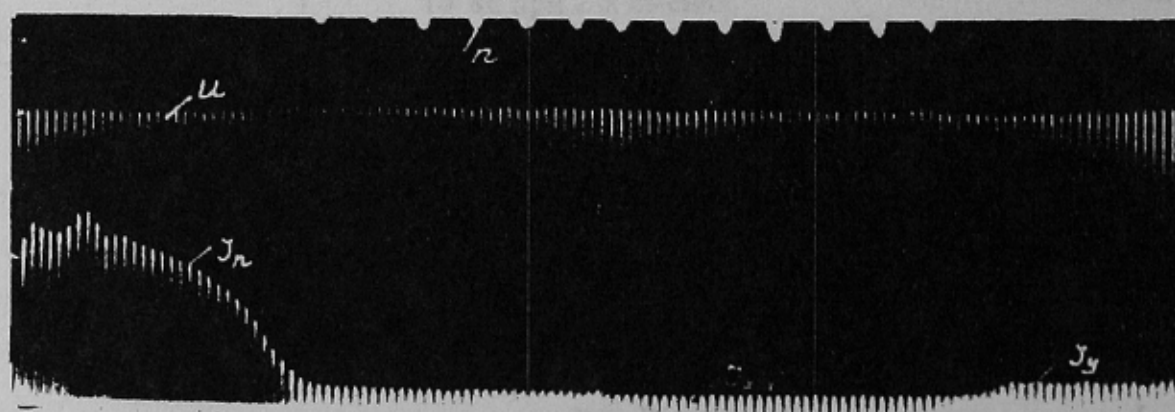


Рисунок 2 - Осциллограмма тока статора при пуске АД в режиме заполнения смесителя компонентами, масштаб $1 \text{ мм} \approx 2,8\text{А}$.

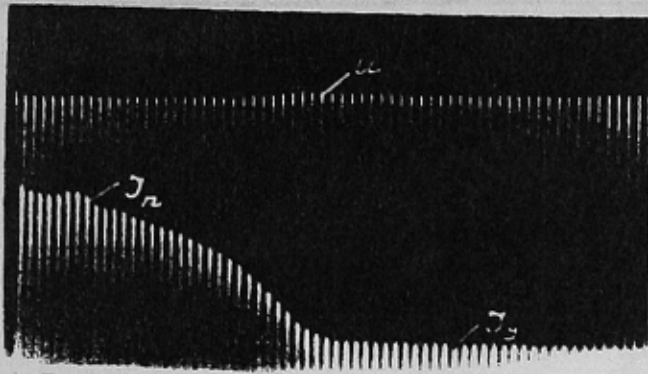


Рисунок 3 - Осциллограмма тока статора при пуске АД назад с заполнением смесителя на 70%, масштаб 1 мм \approx 2,72А.

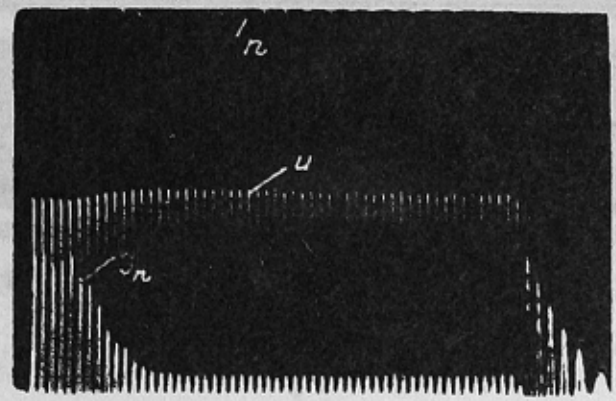


Рисунок 4. - Осциллограмма тока статора при пуске АД на выгрузку смесителя, масштаб 1 мм \approx 2,27А.

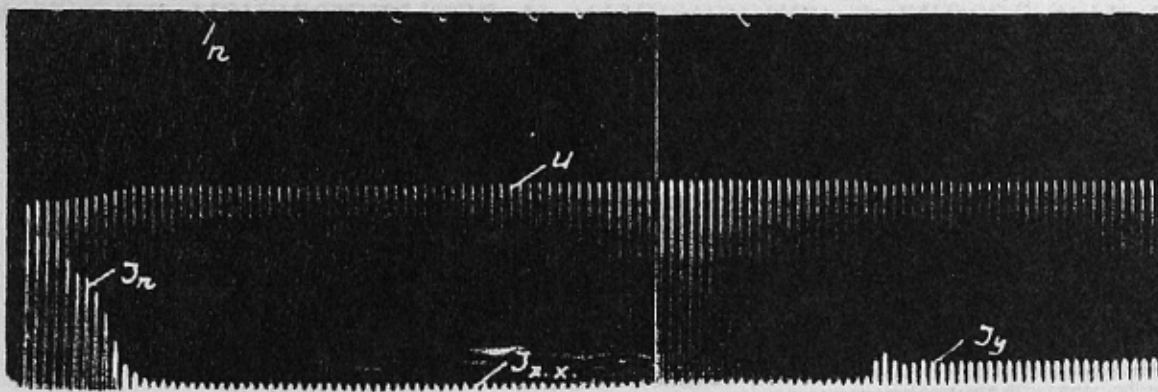
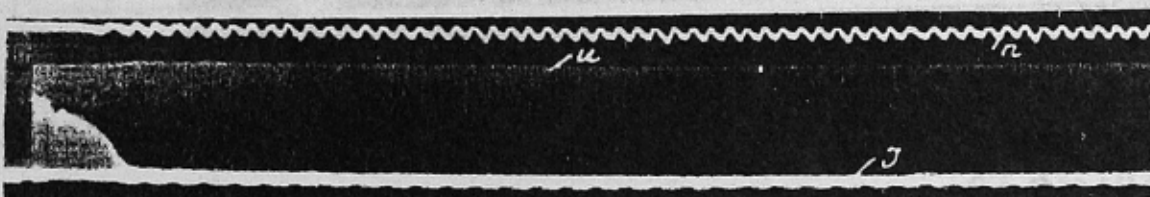


Рисунок 5 - Осциллограмма тока статора при пуске АД с заполнением смесителя на 50%, масштаб 1 мм \approx 2,11А.



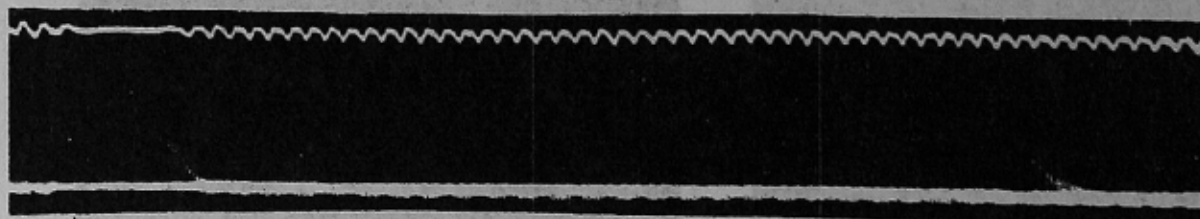


Рисунок 6 - Осциллограмма тока статора при пуске и работе АД в режиме перемешивания, масштаб 1 мм \approx 4,8А.

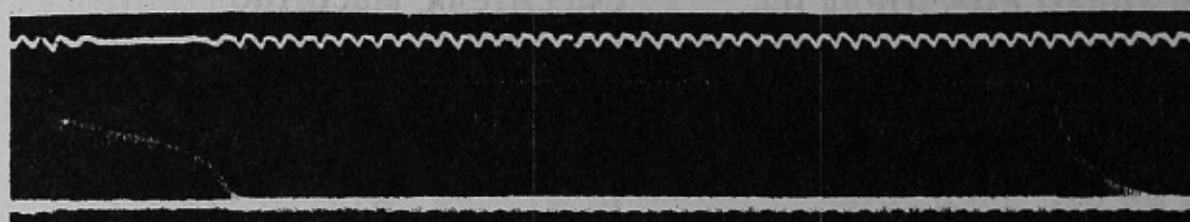
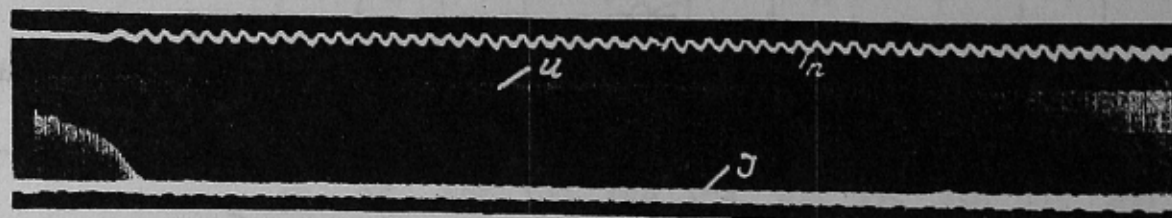


Рисунок 7 - Осциллограмма тока статора при пуске и работе АД в режиме перемешивания с заполнением и впрыскиванием жировых компонентов, масштаб 1 мм \approx 5,2А.

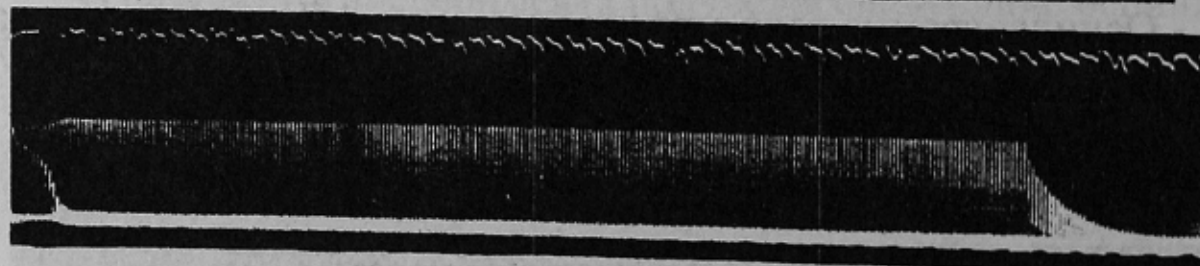
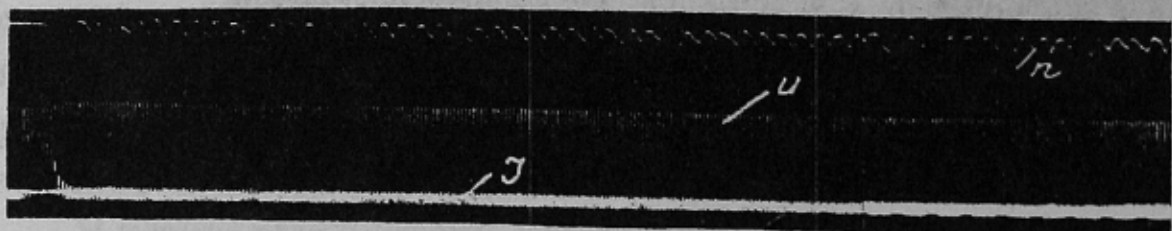


Рисунок 8 - Осциллограмма тока статора при пуске, перемешивании и выгрузке спустя 12 часов нахождения компонентов в смесителе, масштаб 1 мм \approx 6,1А.

В результате осциллографирования тока статора при работе смесителя в различных режимах выяснено:

1. Ток реверса I_p АД смесителя превышает пусковой ток I_n на 29% при загрузке компонентами на 50% и находится в пределах:

$$\frac{I_p}{I_n} = 0,94 \dots 1,29,$$

и на 40% - при загрузке компонентами на 70%:

$$\frac{I_p}{I_n} = 1 \dots 1,4.$$

2. Средний ток статора при работе с загруженным смесителем превышает ток статора при нормальной работе на (25...35)% при загрузке на 50% и на (25-56)% при загрузке на 70%.

Потери электроэнергии в обмотке при пуске соответственно составляют:

$$\frac{A_n}{A_{n.p.}} = 1,13 \dots 1,33, \quad \frac{A_n}{A_{n.p.}} = 3,73 \dots 4,1,$$

где A_n – величина пропорциональная энергии, теряемой во время пуска;

$A_{n.p.}$ – величина пропорциональная энергии, теряемой во время пуска и реверса.

Максимальная температура перегрева обмотки АД, определенная по методике описанной в [1], составляет 42°C при температуре окружающей среды не более 45°C .

Выводы

Приведенные данные позволяют получить исходные значения основных режимных параметров, необходимые для использования их в качестве допустимых в микропроцессорной системе управления для отслеживания соответствия режимных параметров номинальным.

Список источников.

1. Электрооборудование кузнечно-прессовых машин: В.Е. Соколов, Г.С. Усышкин, В.М. Степанов и др. – 2.-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1981. – 304 с., ил.