

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ В МНОГОДВИГАТЕЛЬНОМ ПРИВОДЕ ПОДВЕСНОГО КОНВЕЙЕРА

А. В. МУРИН

(Представлена научным семинаром кафедры прикладной механики)

Как известно, действительные величины номинальных скольжений асинхронных электродвигателей могут заметно отличаться от данных, приводимых в каталогах. Так, по ГОСТ 183-55 для асинхронных короткозамкнутых двигателей допускается отклонение номинального скольжения до 25%. Причем стандартом ограничивается лишь наибольшее предельное значение скольжения. Наименьшее его предельное значение стандартом не устанавливается. Подобрать электродвигатели, имеющие одинаковое номинальное скольжение, практически трудно. Поэтому используемые в многодвигательных системах электродвигатели обычно имеют номинальные скольжения, несколько отличающиеся по своей величине, что приводит в свою очередь к заметной неравномерности распределения нагрузки между ними.

Оценка влияния параметров двигателей (в том числе и отклонения в величинах номинального скольжения) на распределение нагрузки в двухдвигательном асинхронном приводе приведена в [1]. В указанной работе эта оценка проведена с учетом некоторой нелинейности рабочего участка механической характеристики асинхронного электродвигателя. Общего решения этой задачи при числе двигателей больше двух в литературе, насколько нам известно, не приводится. Ниже рассматривается определение неравномерности распределения нагрузки в многодвигательном приводе подвешенного конвейера, обусловленной различием номинальных скольжений электродвигателей при любом их числе.

Установочная мощность приводных двигателей подвешенных конвейеров по разным причинам бывает обычно выше требуемой, что обеспечивает работу электродвигателей такого привода при скольжениях, не превышающих номинальные. В связи с этим при решении поставленной задачи с достаточной для инженерной практики точностью можно считать указанный участок рабочей характеристики электродвигателя линейным и описать известной зависимостью

$$M = \frac{M_n}{s_n} \cdot s \quad (1)$$

или в относительных единицах

$$\psi = \frac{1}{s_n} \cdot s, \quad (1')$$

где M_n — номинальный момент,

s_n — номинальное скольжение,
 s — текущее скольжение.

Величина относительной погрешности при определении скольжения по этой зависимости по сравнению с результатами ее вычисления по выражению, учитывающему некоторую нелинейность рабочего участка характеристики асинхронного двигателя,

$$\psi = \frac{2\psi_k}{\frac{s}{s_k} + \frac{s_k}{s}}$$

составляет для значений моментов $\psi < \psi_n$ около 3%. При наличии в приводе предохранительной гидродинамической муфты также можно использовать выражение (1) для описания рабочего участка характеристики привода, так как при моментах до (1,3—1,5) M_n эту часть ее характеристики с достаточной точностью можно считать линейной. Поэтому результаты, полученные нами для многодвигательной системы с асинхронными электродвигателями, будут справедливы и для случая, когда в приводе будут использоваться указанные муфты.

Для установившегося режима работы многодвигательной системы уравнение движения в безразмерных величинах может быть представлено как

$$\sum_{i=1}^{i=n} \psi_i - \sum_{i=1}^{i=n} \psi_{ci} = 0, \quad (2)$$

где $\psi_i = \frac{M_i}{M_{n1}}$ — момент, развиваемый соответствующим приводным двигателем;

$\psi_{ci} = \frac{M_{ci}}{M_{n1}}$ — момент сил сопротивления каждой ветви конвейера приведенный к валу приводного двигателя;

n — число приводных двигателей (ветвей конвейера);

M_{n1} — номинальный момент первого двигателя.

Используя выражение (1) момент i -го двигателя можно представить как

$$\psi_i = \beta_i \frac{s_i}{s_{ni}},$$

где $\beta_i = \frac{M_{ni}}{M_{n1}}$ — относительный номинальный момент этого двигателя.

Тогда уравнение (2) можно записать следующим образом:

$$\sum_{i=1}^{i=n} \beta_i \frac{s_i}{s_{ni}} - \sum_{i=1}^{i=n} \psi_{ci} = 0. \quad (3)$$

Исходя из допущения о равенстве средних скоростей движения любых точек замкнутого цепного тягового элемента, введенного В. К. Дьячковым [2] и проверенного им и другими исследователями экспериментально, а также полагая равными диаметры начальных окружностей ведущих звездочек, можно из выражения (3) определить среднее скольжение каждого двигателя многодвигательного подвесного конвейера

$$s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \psi_{ci}}{\sum_{i=1}^{i=n} \frac{\beta_i}{s_{ni}}}.$$

С учетом некоторого возможного колебания скорости i -го двигателя около ее среднего значения последнее выражение можно записать так:

$$s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \psi_{ci}}{\sum_{i=1}^{i=n} \beta_i \overline{s_{ni}}} (1 \pm \delta_s),$$

где $\delta_s = \frac{\Delta s}{s}$ — относительное изменение скольжения двигателя.

Тогда выражение момента, которым нагружается любой двигатель привода во время работы конвейера, будет иметь такой вид:

$$\psi_i = \frac{\beta_i (1 \pm \delta_{si}) \sum_{i=1}^{i=n} \psi_{ci}}{s_{ni} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\beta_i}{s_{ni}}}. \quad (4)$$

Используя для оценки неравномерности распределения нагрузки между отдельными электродвигателями многодвигательной системы критерий, предложенный В. К. Дьячковым [3], имеем

$$\Delta_i = \left(\frac{1}{n} - \frac{\psi_i}{\sum_{i=1}^{i=n} \psi_{ci}} \right) \cdot 100,$$

здесь Δ_i — отклонение от равномерного распределения нагрузки для i -го двигателя, выраженное в процентах. С учетом выражения (4) отклонение от равномерного распределения для k -го двигателя будет

$$\Delta_k = \left[\frac{1}{n} - \frac{\beta_k (1 \pm \delta_{sk})}{s_{nk} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\beta_i}{s_{ni}}} \right] \cdot 100. \quad (5)$$

Из выражения (5), приняв определенную допустимую величину неравномерности в распределении нагрузки Δ_k , можно получить зависимость для определения величины номинального скольжения последнего n -го двигателя привода при известных номинальных скольжениях остальных двигателей. Скольжение n -го двигателя в этом случае равно

$$s_{nn} = \frac{s_{nk} \beta_n}{\frac{\beta_k (1 \pm \delta_{sk})}{\frac{1}{n} - \frac{\Delta_k}{100}} - \sum_{i=1}^{i=n-1} \beta_i \frac{s_{nk}}{s_{ni}}}. \quad (6)$$

В этом выражении Δ_k — в процентах. Очевидно, что значение величины номинального скольжения последнего (n -го) двигателя должно быть определено, исходя из допустимой неравномерности для каждого из $n-1$ двигателей. Сопоставление полученных значений s_n позволит выявить величину этого скольжения, при котором будет обеспечиваться наименьшая неравномерность распределения нагрузки на двигатели многодвигательной системы.

Выводы

Полученные зависимости позволяют:

1. Оценить величину неравномерности распределения нагрузки между отдельными двигателями (а при наличии гидромуфт — приводами) многодвигательного подвесного конвейера, обусловленную различием в величинах их действительных значений номинальных скольжений.
2. При наличии $n-1$ двигателей (гидромуфт), имеющих несколько отличающиеся величины номинальных скольжений, подобрать последний n -ый двигатель (гидромуфту) многодвигательной системы, при котором будет обеспечиваться наименьшая неравномерность распределения нагрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Полтев. Влияние параметров двигателей на распределение нагрузки в двухдвигательном асинхронном приводе. Изв. вузов. Горный журнал, № 6, 1965.
 2. В. К. Дьячков. Подвесные конвейеры. Машгиз. 1961.
 3. В. К. Дьячков. Заводские испытания подвесных конвейеров с многодвигательным приводом. ВНИИПТМАШ. Сб. Подвесные канатные дороги, № 22. 1958.
-