

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ

Буйко А. С.

научный руководитель канд. техн. наук, доцент Соломенцев В.М.

Сибирский федеральный университет

Электроприводы являются основными потребителями электроэнергии в сельском хозяйстве и в промышленности. В этой связи эффективная их эксплуатация является важнейшим направлением энергосбережения.

Наиболее распространенным является электропривод с асинхронным короткозамкнутым электродвигателем (насосы, вентиляторы, компрессоры, транспортеры, конвейеры, деревообработка, агрегаты пищевой промышленности и т.п.). Асинхронный электродвигатель в электроприводе работает при частоте вращения $n_{\text{раб}}$, при которой электромагнитный момент электродвигателя равен моменту сопротивления (рисунок 1).

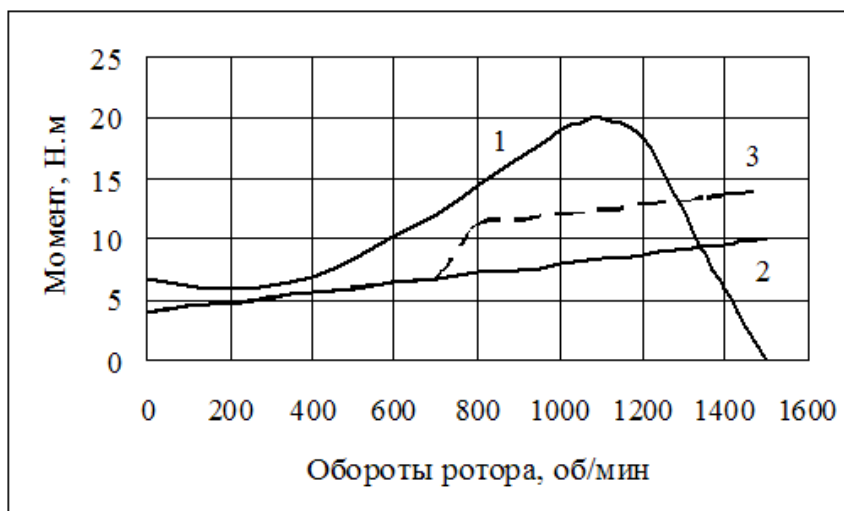


Рис. 1. Механические характеристики электропривода: 1 — момент электродвигателя, 2 — исходный момент сопротивления, 3 — изменившийся момент сопротивления

Если момент сопротивления изменяется, электродвигатель переходит на другую точку своей механической характеристики (см. рисунок 1). Если предположить, что прежняя рабочая точка соответствовала максимальному к.п.д. электродвигателя, то в новой рабочей точке к.п.д. электродвигателя уменьшится. Кроме того, обороты электродвигателя также уменьшатся, что отразится на производительности рабочей машины и энергоемкости продукта.

На основании изложенного следует целесообразность регулирования частоты вращения и момента электродвигателя.

К сожалению, подавляющее большинство асинхронных электродвигателей не имеет устройств регулирования частоты вращения. Отсутствие устройств регулирования находится в противоречии с изменяемой нагрузкой. Устранение этого противоречия позволит уменьшить затраты энергии на электропривод не менее чем на 25%.

Способы регулирования частоты вращения определяются следующей зависимостью:

$$n_2 = (1 - s)n_1 = 1 - s \frac{30f}{p}$$

Где n_2 – обороты ротора, об/мин.; s – скольжение ротора относительно вращающегося поля статора; n_1 – обороты поля статора, об/мин.; f – частота напряжения, приложенного к электродвигателю, Гц; p – число пар полюсов обмотки статора.

Как следует из формулы, обороты ротора можно регулировать изменением числа пар полюсов обмотки статора (ступенчато), и изменением частоты напряжения в сети (плавно).

При переключении обмотки на другое число пар полюсов при сохранении мощности на валу двигателя изменяется момент (рисунок 2).

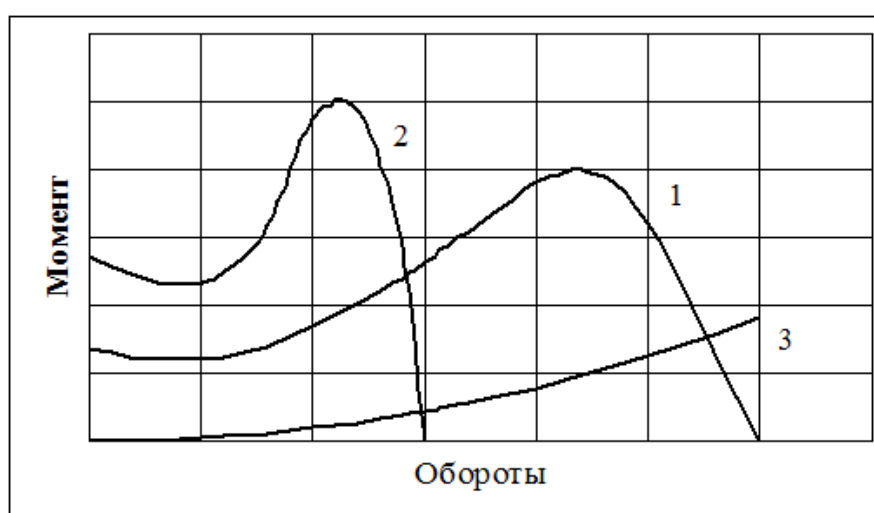


Рис. 2. Изменение механической характеристики при изменении числа пар полюсов: 1 – число пар полюсов $p = 1$, 2 – число пар полюсов $p = 2$, 3 – момент сопротивления

Таким образом, при ступенчатом изменении момента сопротивления можно путем изменения числа пар полюсов соответствующим образом изменять механическую характеристику электродвигателя, сохраняя максимальный к.п.д. Такое регулирование типично для вентиляторов производственных помещений при сезонном регулировании подачи вентилятора.

Регулирование путем изменения числа пар полюсов имеет массу недостатков. Во-первых, регулирование ступенчатое, и не всегда соответствует даже ступенчатому изменению момента сопротивления рабочей машины. Во-вторых, система управления электроприводом становится громоздкой, включающей большое количество коммутирующих устройств. Особенно это характерно для трехскоростных электродвигателей. В-третьих, полюсопереключаемые обмотки сложны в изготовлении и ненадежны в эксплуатации. Наличие этих недостатков обуславливает современное состояние использования многоскоростных электродвигателей – выпуск многоскоростных электродвигателей отстает от предложений в сотни раз.

Регулирование путем изменения частоты напряжения сети позволяет получить плавное регулирование механической характеристики. Для изменения частоты обычно применяют широтно-импульсные модуляторы (ШИМ-устройства). ШИМ-

модулирование позволяет изменять частоту питающего напряжения, и тем самым изменять обороты ротора.

Кроме изменения частоты регулировать момент асинхронного электродвигателя можно изменением напряжения. Эта возможность обусловлена зависимостью момента электродвигателя от квадрата приложенного напряжения. На рисунке 3 показаны механические характеристики электродвигателя при номинальном и пониженном напряжении.

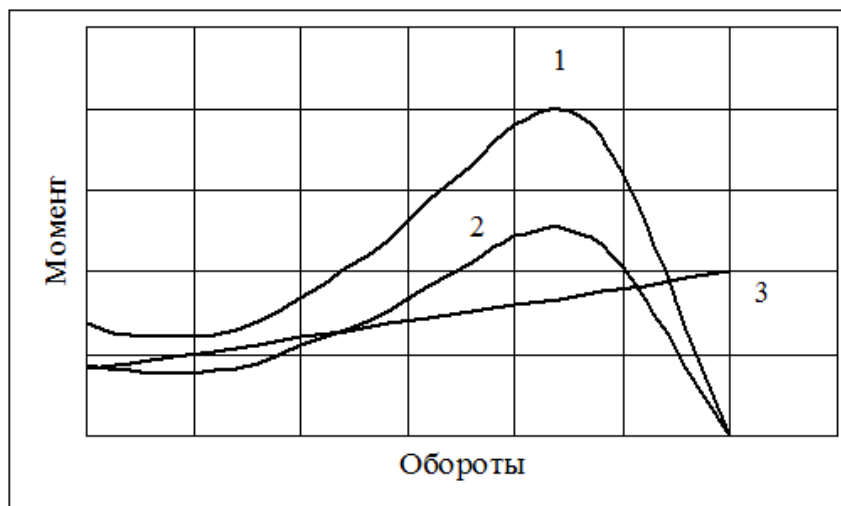


Рис. 3. Механические характеристики при изменении питающего напряжения
1 – механическая характеристика при номинальном напряжении, 2 - механическая характеристика при напряжении $0,8 U_{НОМ}$, 3 – механическая характеристика рабочей машины.

Недостатками такого способа регулирования является возможность "опрокидывания" электропривода.

Кроме регулирования механических характеристик электропривода повышению эффективности использования электроэнергии способствует повышение коэффициента мощности асинхронного электродвигателя. Повышение $\cos\phi$ достигается так же, как и в электрических сетях, включением компенсирующих емкостей. Достоинства и недостатки при этом аналогичны достоинствам и недостаткам для электрических сетей, но регулирование емкости и мощности здесь обеспечиваются с меньшими трудностями. Кроме того, отключенные конденсаторы могут разряжаться на статорную обмотку электродвигателя.