

## О ВЫБОРЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ГЛАВНОГО ДВИЖЕНИЯ ПРОДОЛЬНО-ШЛИФОВАЛЬНОГО СТАНКА

Правильный выбор двигателя по мощности предусматривает его полное использование в процессе работы. Завышение мощности двигателя ведет к снижению технико-экономических показателей электропривода, т.е. КПД и  $\cos \varphi$ . Недостаточная мощность двигателя либо ведет к перегрузке и преждевременному выходу его из строя, либо ограничивает производительность металлорежущего станка.

При регулировании частоты вращения мощность выбранного двигателя должна быть уточнена с учетом способа регулирования. На продольно-шлифовальном станке шлифовальный шпиндель и электродвигатель конструктивно объединены, поэтому используется чисто электрический способ регулирования.

Наилучшие технико-экономические показатели электропривода можно получить, если диаграммы регулирования шлифовального круга и электродвигателя совпадают.

На основании анализа режимов работы продольно-шлифовального станка [1] и расчета мощности шлифования построена диаграмма регулирования шлифовального круга (рис. 1, кривая 1), имеющая несколько участков.

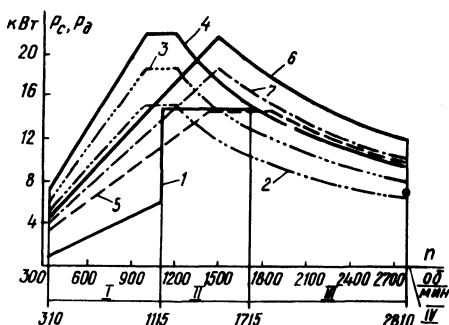


Рис. 1. Диаграммы регулирования.

Участок I соответствует режиму правки шлифовального круга, осуществляемой при незначительной мощности резания.

На участке II осуществляется черновое шлифование периферией плоского круга с наибольшей мощностью  $P_c = 15$  кВт. Регулирование частоты вращения круга на этом участке производится при постоянной мощности резания.

На участке III при заданных параметрах круга прямого профиля (диаметр 0,6 м) и круга-чашки (диаметр 0,15 м) резание практически не осуществляется.

Точка IY диаграммы регулирования соответствует режиму чернового шлифования торцем круга-чашки.

Для регулирования частоты вращения шлифовального круга в требуемом диапазоне можно применить два варианта.

1. Использование асинхронного двигателя с синхронной частотой вращения  $n_0 = 1000$  об/мин.

В этом случае регулирование частоты вращения двигателя в диапазоне  $D_1 = 1,715$  (1000 - 1715 об/мин) необходимо осуществлять с постоянством мощности. Закон частотного управления при регулировании частоты вращения с постоянством мощности имеет вид

$$\gamma = \sqrt{\alpha} ,$$

где  $\gamma$  - относительное напряжение;  $\alpha$  - относительная частота тока статора.

Угловая скорость двигателя и частота питающего напряжения связаны соотношением

$$\omega = \omega_{1н} (\alpha - \beta) , \quad (1)$$

где  $\beta = \frac{\omega_1 - \omega}{\omega_{1н}} = \frac{\Delta \omega}{\omega_{1н}}$  - параметр абсолютного сколь-

жения, т.е. отношение абсолютного скольжения  $\Delta \omega$  к синхронной скорости при номинальной частоте.

Пренебрегая в (1) значением  $\beta$ , с достаточной степенью точности получим диапазон регулирования скорости

$$D = \frac{\omega}{\omega_{1н}} = \alpha \approx \frac{f_1}{f_n} .$$

Следовательно, для получения требуемого диапазона регулирования  $D_1$  необходимо иметь  $\alpha = 1,715$  и  $\gamma = \sqrt{1,715} = 1,31$ .

Для асинхронных двигателей серии 4А возможность превышения номинального напряжения в указанных пределах требует дополнительных исследований. Гарантируется нормальная

работа двигателей при увеличении напряжения сети на 10% от номинального значения [2]. Следовательно, при допустимом превышении напряжения в 1,1 раза частоту тока статора необходимо увеличивать в 1,21 раза. Частота вращения двигателя при данной частоте тока статора  $n_1 = n_{1н} \cdot 1,21 = 1000 \cdot 1,21 = 1210$  об/мин.

Оставшаяся часть диапазона регулирования  $D_1$  может быть реализована за счет увеличения частоты тока статора при постоянном напряжении на двигателе. Однако в этом случае вследствие снижения магнитного потока при увеличении частоты мощность уменьшается обратно пропорционально первой степени частоты. Поэтому при частоте вращения двигателя 1715 об/мин мощность, развиваемая двигателем, снизится до  $P_1 = 10,6$  кВт, а при частоте вращения 2810 об/мин (точка IУ) – до  $P_2 = 6,4$  кВт.

Следовательно, для нормальной работы двигателя при шлифовании в диапазоне 1210 – 1715 об/мин, а также в точке IУ режимы резания, определяющие мощность главного привода, должны быть снижены, что отрицательно скажется на производительности станка.

Для обеспечения требуемой мощности шлифования во всем диапазоне регулирования  $D_1$  необходимо завязать мощность двигателя до  $P_3 = 21,3$  кВт.

Регулирование частоты вращения круга ниже 1000 об/мин можно осуществлять по закону частотного управления с компенсацией падения напряжения на активном сопротивлении цепи статора двигателя, что соответствует регулированию с постоянством момента

$$\frac{U - IR}{f} = \text{const},$$

где  $I$  – ток статора двигателя;  $R$  – активное сопротивление статора.

Диаграмма регулирования двигателя 4АВ160В6У3 ( $P_H = 15$  кВт) показана на рис. 1, кривая 2. Аналогично построены диаграммы регулирования двигателя 4АВ180В6У3 с  $P_H = 18,5$  кВт (рис. 1, кривая 3), двигателя 4АВ200А6У3 с  $P_H = 22$  кВт (рис. 1, кривая 4).

2. Использование асинхронного двигателя с  $n_0 = 1500$  об/мин

В этом случае для обеспечения регулирования частоты вращения круга на участке II с постоянством мощности необходимо

димо частоту вращения двигателя регулировать с постоянством момента в пределах 1115 - 1500 об/мин (так как регулирование с постоянством мощности можно осуществить только вверх от синхронной частоты вращения двигателя) и от 1500 об/мин до 1715 об/мин с постоянством мощности. Остальные участки диаграммы регулирования двигателя 4AB160A4Y3 ( $P_H = 15$  кВт) построены на основании соображений, рассмотренных в пункте I. Из диаграммы регулирования (рис. 1, кривая 5) видно, что в диапазоне 1115 - 1500 об/мин для нормальной работы двигателя режимы резания должны быть снижены. Для обеспечения требуемой мощности шлифования во всем диапазоне регулирования на участке II необходимо завысить мощность до  $P_4 = 20,1$  кВт.

Применение двигателя 4AB180A4Y3 ( $P_H = 22$  кВт) позволяет обеспечить требуемую мощность шлифования в диапазоне 1500 - 1715 об/мин, а также в точке IU за счет увеличения тока статора при постоянном напряжении на двигателе (рис. 1, кривая 6). Аналогично построена диаграмма регулирования двигателя 4AB160B4Y3 (рис. 1, кривая 7).

На основании анализа диаграмм регулирования и массогабаритных показателей двигателей можно сделать вывод о целесообразности применения для привода главного движения продольно-шлифовального станка двигателя 4AB160B4Y3 ( $P_H = 18,5$  кВт), что обусловлено следующими причинами.

- применение данного двигателя приведет к незначительному уменьшению технологической мощности шлифования в узком диапазоне частоты вращения 1115 - 1215 об/мин (до 13,8 кВт в точке 1115 об/мин);

- наиболее просто реализуется частотное управление двигателем: в диапазоне 315 - 1500 об/мин по закону  $\frac{U-IR}{I} = \text{const}$ , а в диапазоне 1500 - 2810 об/мин по закону  $\gamma = \text{const}$ ;

- диапазон изменения частоты питающего напряжения вверх от номинальной в 1,5 раза меньше по сравнению с использованием двигателя с  $n_0 = 1000$  об/мин, что позволяет снизить верхний предел частоты преобразователя частоты;

- частотное управление двигателем может быть реализовано с помощью комплектного тиристорного электропривода ЭКТ 40/380 У4, выпускаемого Запорожским производственным объединением "Преобразователь".

## Л и т е р а т у р а

1. Петренко Ю.Н., Гульков Г.И. Анализ режимов работы и требования к электроприводу главного движения продольно-шлифовальных станков. – В сб.: Научные и прикладные проблемы энергетики. Минск: Высшая школа, 1979, вып. 6.
2. Двигатели асинхронные трехфазного тока единой серии 4А мощностью от 0,06 до 400 кВт. Каталог №01.01.63-77.- М., 1977.

УДК 621.3

В.М.Бладыко, Л.И.Сончик, В.П.Жупинский

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ АППРОКСИМАЦИИ КРИВОЙ НАМАГНИЧИВАНИЯ СЕРДЕЧНИКА ПО ВОЛЬТ-АМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ КАТУШКИ ДЛЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ ЗНАЧЕНИЙ

При аналитических расчетах цепей, содержащих катушки с ферромагнитными сердечниками, наиболее часто аппроксимируют основную кривую намагничивания. Она обычно приводится в справочниках или может быть получена экспериментальным путем на постоянном токе или на переменном токе для амплитудных значений.

В литературе указывается, что использование аппроксимации начального участка кривой намагничивания приводит к ошибочным выводам [1]. Некоторые авторы аппроксимируют "среднюю" кривую намагничивания или же семейство "средних" кривых [2].

Для получения же "средней" кривой намагничивания или же семейства "средних" кривых предварительно снимают семейство петель гистерезиса, что является трудоемким процессом.

Кривую намагничивания можно легко аппроксимировать, зная информацию о гармоническом спектре кривой тока [3, 4]. Однако для этой цели требуется специальное оборудование – анализатор гармоник тока.

В данной работе поставлена задача аппроксимировать кривую намагничивания сердечника, если известна вольт-амперная характеристика индуктивной катушки для действующих значений.

Выберем в качестве выражения, аппроксимирующего кривую намагничивания для мгновенных значений, гиперболичес-