

ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД В НАСОСНЫХ СТАНЦИЯХ

Технология управления асинхронными двигателями, обеспечивающая энергосбережение, обусловлена их конструктивными особенностями и техническими параметрами, а также характеристиками нагрузки.

Ниже на рисунке приведены механические характеристики асинхронного электродвигателя – зависимость тягового момента двигателя от частоты его вращения при различных частотах питающего напряжения. При этом для обеспечения согласования нагрузок, напряжение питания уменьшается пропорционально частоте. Как видно из рисунка, при питании двигателя от сети переменного тока с постоянной частотой пусковой момент двигателя значительно меньше его номинального значения в рабочем режиме. Использование режима изменения частоты питающего напряжения позволяет обеспечить номинальный момент вращения практически независимо от частоты вращения вала. В то же время, снижение напряжения питания обеспечивает уменьшение потребляемого тока и, соответственно, экономию электроэнергии.

На рисунке также показано изменение механических характеристик двигателя при уменьшении питающего напряжения на 20% и неизменной частоте переменного тока.

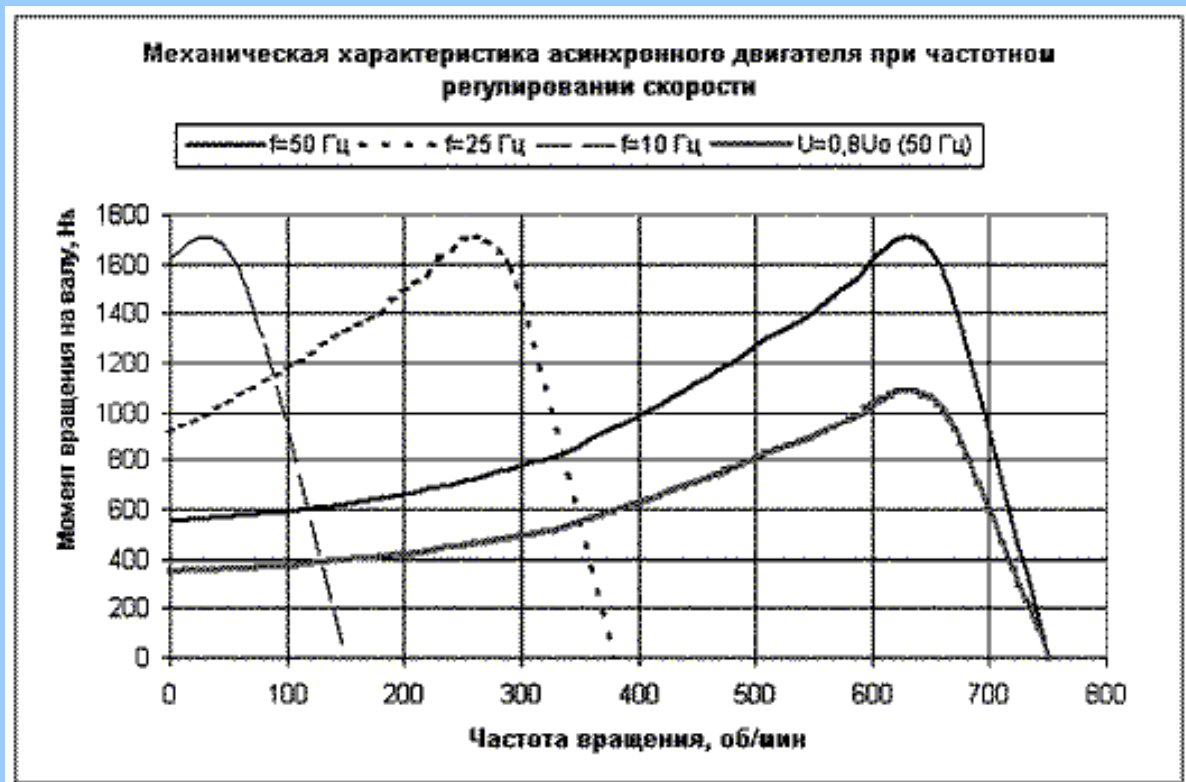


Рисунок 1. Механические характеристики асинхронного двигателя при частотном регулировании

Использование частотно-регулируемого электропривода в насосных станциях по перекачке жидкости имеет ряд отличительных особенностей, связанных с массовым использованием центробежных конструкций насосов, которые отличаются тем, что для них расход пропорционален частоте оборотов крыльчатки, давление пропорционально квадрату числа оборотов, а потребляемая мощность – кубической степени. В соответствии с формулами приведения центробежных насосов эти параметры эмпирически можно выразить следующим образом:

$$Q/Q_0 = n/n_0,$$

$$H/H_0 = (n/n_0)^2,$$

$$N/N_0 = (n/n_0)^3,$$

где Q – расход, n – частота вращения, H – напор, N – мощность потребляемая электродвигателем.

Энергия, потребляемая электродвигателем из сети, прямо пропорциональна произведению расхода на перепад давления на насосе:

$$N = Q (H_2 - H_1),$$

где h_n – КПД насоса ($h = 0,75-0,85$).

Отличие использования частотно-регулируемых преобразователей для насосов систем водоснабжения заключается в том, что необходимо поддерживать определенный напор в системе при меняющемся расходе. В существующих насосных станциях это обеспечивается дросселированием (установкой задвижек на выходе насоса). В результате между выходом насоса и дросселем создается избыточное давление, на преодоление которого расходуется дополнительная энергия. Следует подчеркнуть, что при регулировании расхода дросселированием также происходит незначительное снижение потребляемой мощности, причем в разной степени для чистой воды и сточных вод. Работа насосов со статическим напором несколько снижает ожидаемую экономию при регулировании частоты вращения, поэтому для случаев водоснабжения населенных пунктов дополнительная экономия электроэнергии может быть получена:

- путем использования алгоритма поддержания давления в водопроводе с учетом суточного потребления;
- снижением давления в ночные часы для поддержания минимального водоразбора.

Режим экономии электроэнергии в насосных станциях с асинхронным приводом достаточно просто представить, исходя из гидравлических характеристик, отображенных на рисунке ниже.

Выходное давление насоса в зависимости от расхода воды описывается падающей квадратичной кривой и показано на рисунке вверху. Гидравлические характеристики водопроводной магистрали зависят от числа включенных потребителей и опи-

сываются возрастающими квадратичными кривыми. На рисунке показано два таких случая: максимальное потребление воды и минимальное потребление воды. В магистрали должно поддерживаться давление, соответствующее нормативному напору. На рисунке это соответствует горизонтальной прямой (50%). Полезные затраты энергии при максимальном и минимальном водоразборе соответственно равны $Q_2 H_2$ и $Q_1 H_2$.



Рисунок 2. Гидравлические характеристики насоса и магистрали
Общие затраты энергии соответственно равны $Q_2 H_3$ и $Q_1 H_1$.

Экономия электроэнергии будет составлять: для максимального расхода

$$(H_3 - H_2) / H_3,$$

для минимального

$$(H_2 - H_1) / H_2.$$

Это соответствует экономии 41% при максимальном водоразборе и 52% при минимальном. Расчет реальных данных должен проводиться с учетом часового изменения потребления воды населением.

Экономия воды в системах водоснабжения связана с устранением при регулируемом электроприводе ненужных избытков давления. Для существующих систем водоснабжения в коммунальной сфере, не находящихся в аварийном состоянии, каждая лишняя атмосфера (10 м водяного столба) вызывает за счет больших утечек дополнительные 2-7% потерь воды.