

«Сейфуллин окулары-14: Жастар, ғылым, инновациялар: цифрландыру – жаңа даму кезеңі» атты Республикалық ғылыми-теориялық = **Материалы** Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-14: Молодежь, наука, инновации: цифровизация – новый этап развития». - 2018. - Т.1, Ч.3 – С.83-85

ЭКОНОМИЯ ЭНЕРГИИ ЗА СЧЕТ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Сулейменова Г.О., Кудасбаев Б.К.

Громадная доля электроэнергии, потребляемая электроприводом, - до 65% в развитых странах, и осуществление электроприводом практически всех технологических процессов, связанных с движением, делают особенно актуальной проблему энергосбережения в электроприводе и средствами электропривода. Остановимся более подробно на регулируемом электроприводе как средстве энергосбережения. Электропривод используется практически во всех технологиях, связанных с движением и механической работой, за исключением автономных транспортных средств (автомобилей, самолётов, некоторых видов судов), в которых используются неэлектрические двигатели.

Среди бесчисленного множества агрегатов, оборудованных электроприводом, выделим основных потребителей электроэнергии – это насосы, обеспечивающие водоснабжение городов, посёлков, зданий, перекачивающие другие жидкие среды, и вентиляторы, используемые в системах вентиляции производственных и других помещений, туннелей, шахт, на котлах тепловых станций, в системах воздушного отопления школ, больниц, общественных зданий, больших магазинов и пр.



Рисунок 1 – Потребление электроприводом электроэнергии в ЕС
(а – промышленный сектор, б – коммерческий сектор)

На рисунке приведена доля потребления энергии этими агрегатами по данным ЕС в промышленности и коммерческом секторе. Очень важно, что именно насосы и вентиляторы – основные потребители электроэнергии – до настоящего времени во всём мире оборудованы простейшим электроприводом и обладают громадным энерго-ресурсом и ресурсосбережения.

Переход от нерегулируемого электропривода к регулируемому является одним из основных путей энергосбережения в электроприводе и в технологической сфере средствами электропривода.

Рассмотрим на примере регулирования частоты вращения рабочего колеса. Способ регулирования в экономическом отношении значительно эффективнее остальных.

При изменении частоты вращения рабочего колеса насоса с n_1 до n_2 его характеристики $Q-H$, $Q-N$, и $Q-\eta$ изменяются по закону подобия:

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{n_1}{n_2} \quad \frac{H_A}{H_B} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \quad \frac{N_A}{N_B} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^3$$

где Q_A , H_A , N_A – подача, напор и мощность насоса, соответствующие частоте вращения рабочего колеса n_1 ;

Q_B , H_B , N_B – подача, напор и мощность насоса, соответствующие частоте вращения рабочего колеса n_2 .

Так как во всех режимах работы напор насоса равен сопротивлению сети, сокращаются непроизводительные потери в системе «насос-сеть».

Экономичность при регулировании насосов изменением частоты вращения n снижается только от того, что рабочая точка системы при изменении n отклоняется от режима максимального КПД. Это отклонение тем больше, чем больше статическая составляющая сопротивления сети. Данный способ достаточно просто может быть реализован, если насосы имеют привод от двигателей с переменной частотой вращения: турбин, гидродвигателей и др.

В большинстве случаев насосы имеют привод от асинхронных короткозамкнутых электродвигателей, частота вращения которых не регулируется. Для регулирования частоты вращения насосов с приводом от асинхронного короткозамкнутого электродвигателя рекомендуются следующие системы:

- с механическим редуктором (с регулируемым числом передач);
- с электромагнитной муфтой скольжения;
- с электромагнитной муфтой с явно выраженными полюсами;
- с индукторными муфтами;
- с гидромуфтами (гидротрансформаторами).

Во всех этих случаях асинхронный двигатель работает в номинальном режиме, однако более чем в два раза увеличиваются габаритные размеры агрегата. Для электромагнитных муфт необходим источник постоянного тока. КПД систем не превышает 0,6.

Регулировать асинхронные короткозамкнутые двигатели можно за счет изменения частоты в сети, числа пар полюсов двигателя или скольжения. КПД электродвигателя зависит от его нагрузки, т.е. отношения рабочей мощности насоса к номинальной мощности двигателя. При регулировании подачи насоса частотой вращения с помощью асинхронного двигателя с

фазным ротором необходимо учитывать также потери в регулирующем реостате, определяемые из выражения:

$$\eta_{\partial e} = \eta_{ac \partial e} \frac{n}{n_n}$$

где $\eta_{\partial e}$ – полный КПД двигателя с реостатом;

$\eta_{ac \partial e}$ – КПД асинхронного двигателя, зависящий от нагрузки;

n – рабочая частота вращения вала двигателя;

n_n – номинальная частота вращения вала двигателя.

При регулировании частоты вращения с помощью тиристорного преобразователя частоты его КПД определяют в зависимости от отношения выходного рабочего напряжения к номинальному :

$$\frac{u}{u_n} = \sqrt{\frac{M n}{M_n n_n}}$$

где u , M , n – рабочие значения напряжения, момента и частоты вращения вала насоса;

u_n , M_n , n_n – номинальные значения тех же величин.

Исходя из рассмотренного выше, можно понять, что при помощи регулирования частоты вращения электропривода мы можем сэкономить значительное количество энергии. Так как старые насосы и вентиляторы в основном используются без регулирования частоты, то на внедрение данного метода экономии энергии потребуются значительный период времени и определенные денежные затраты. Но это позволит сократить потребление энергии в будущем.

Список литературы

1. *Bernier M.A, Bourret B. 1999. Pumping energy and variable frequency drives*
2. *A. Marchi A. R. Simpson N. Ertugrul. 2012. Assessing variable speed pump efficiency in water distribution systems*
3. В.В.Кирюткин. 1974. Центробежный насос регулируемой производительности
4. Н.Ф. Ильинский, В.В. Москаленко. 2008. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение
5. Бабакин В.И. 2007г. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов
6. И.А. Авербах, Е.И. Барац, И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов. 2002. Частотно-регулируемый асинхронный электропривод как средство энергосбережения