

Алгоритм расчета экономической эффективности применения частотно-регулируемого электропривода

В настоящее время в России предлагается множество методик оценки эффективности использования ЧРП в различных сферах народного хозяйства. Однако с целью единообразия подхода, в данной статье рассматривается **методика расчета экономической эффективности** применения частотно-регулируемого электропривода, разработанная в **Московском энергетическом институте и утвержденная Министерством топлива и энергетики в 1997 году**, в части, касающейся применения ЧРП в насосных станциях и ЦТП коммунальной сферы.

Согласно методике, экономический эффект устанавливается на основании следующих измерений и расчетов.

1. Регистрируют паспортные данные насоса и двигателя (табл. 1):

Таблица 1. Паспортные данные насоса и двигателя

№ п/п	Наименование параметра	Обозначение	Ед. измерения
1	Номинальный расход воды для насоса	$Q_{\text{ном}}$	м ³ /час
2	Номинальный напор, развиваемый насосом	$H_{\text{ном}}$	м вод. ст.
3	К.П.Д. насоса, номинальный	$h_{\text{нас. ном.}}$	
4	Номинальная мощность электродвигателя	$P_{\text{дв. ном.}}$	кВт
5	К.П.Д. электродвигателя, номинальный	$h_{\text{дв. ном.}}$	

2. В часы максимального водопотребления (8–10 ч или 18–20 ч в коммунальной сфере) измеряют напор (H , м вод. ст.) в трех контрольных точках:

на входе насоса ($H_{\text{вх}}$),
на выходе насоса ($H_{\text{вых}}$),
на выходе в магистраль ($H_{\text{вых. дрос}}$).

Замеры осуществляются с помощью манометров, установленных в системе; в течение часа–двух делается несколько измерений, результаты усредняются.

1. Измеряют средний расход воды за сутки ($Q_{\text{ср}}$, м³/ч) по разнице показаний расходомера в начале Q_1 и в конце Q_2 контрольных суток:

$$Q_{\text{ср}} = \frac{Q_2 - Q_1}{24}$$

2. Оценивают минимально необходимый общий напор ($H_{\text{необх}}$, м вод. ст.) по формуле:

$$H_{\text{необх}} = C \cdot N + D,$$

где

N – число этажей самого высокого дома;

$C = 3$ – для стандартных домов,

$C = 3,5$ – для домов повышенной комфортности,

D = 10 – для одиночных домов,

D = 15 – для группы отдельно стоящих домов.

Необходимый напор должен быть скорректирован по географической разности высот местности. Это может соответствовать перепадам до 15–20 м. Наиболее точным является определение разности высот между местом расположения насоса и максимально высокой точкой расположении потребителя, подключенного к данной магистрали.

3. Оценивают *требуемый напор* ($H_{\text{треб}}$, м вод. ст.), обеспечиваемый регулируемым насосом:

$$H_{\text{треб}} = H_{\text{норм}} + H_{\text{вх}};$$

если напор в подводящей магистрали насоса ($H_{\text{вх}}$) существенно изменяется, следует использовать минимальное значение.

4. Определяют требуемую мощность ($P_{\text{тч}}$, кВт) частотно-регулируемого электропривода (ЧРП):

$$P_{\text{тч}} = (1,1 \div 1,2) \cdot \frac{H_{\text{треб}} \cdot Q_{\text{ср}}}{367 \cdot \eta_{\text{нас}} \cdot \eta_{\text{дв.ном}}}$$

Величину К.П.Д. насосного агрегата $\eta_{\text{нас}}$ определяют как

$$\eta_{\text{нас}} = K \cdot \eta_{\text{нас.ном}};$$

где K – определяется по кривой (рис. 1) для расхода $Q_{\text{ср}}$, измеренного в п. 3 и отнесенного к $Q_{\text{ном}}$ из п. 1.

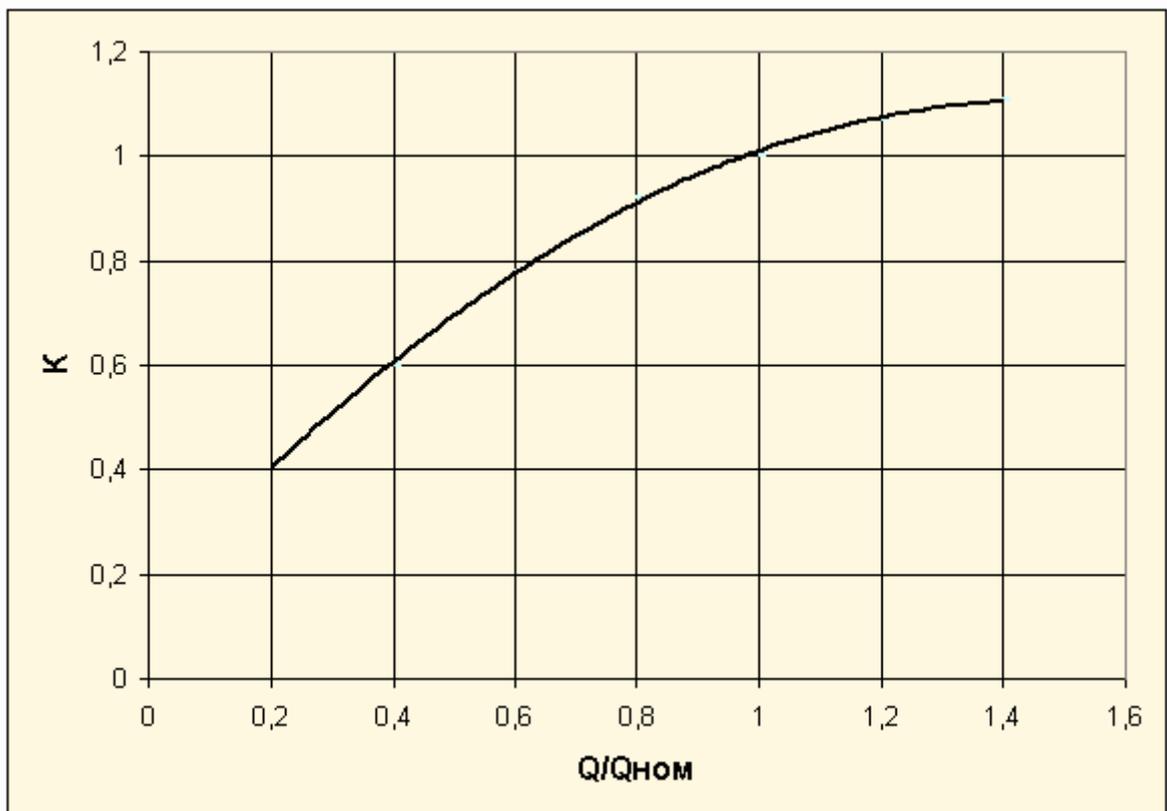


Рисунок 1. Изменение коэффициента K в зависимости от относительного расхода.

Следует отметить, что значительное превышение параметров насоса по номинальному расходу относительно реального водопотребления может существенно снизить КПД насосного агрегата и привести к необходимости приобретения более дорогостоящего оборудования. Снижение КПД связано с «проскальзыванием» части жидкости мимо крыльчатки внутри насоса.

5. Цена годовой экономии электроэнергии ($C_{\Delta \text{Э}_{\text{год}}}$, руб/год), определяется по формуле:

$$C_{\Delta \text{Э}_{\text{год}}} = \Delta \text{Э}_{\text{год}} \cdot C_{\text{эл.эн.}} = \frac{(N_{\text{выл.}} - N_{\text{необх.}}) \cdot Q_{\text{ср.}} \cdot t_{\text{год}} \cdot C_{\text{эл.эн.}}}{367 \cdot \eta_{\text{нас.}} \cdot \eta_{\text{дв.ном.}}}$$

где

$D \text{ Э}_{\text{год}}$ – электроэнергия, сэкономленная за год, кВт . час;

$t_{\text{год}}$ – число часов работы оборудования в году;

$C_{\text{эл.эн.}}$ – цена 1 кВт . час электроэнергии, руб или USD.

6. Цена годовой экономии воды ($C_{\Delta \text{В}_{\text{год}}}$, руб/год) за счет сокращения потерь:

$$C_{\Delta \text{В}_{\text{год}}} = \Delta V_{\text{год}} \cdot C_{\text{воды}} = 0,07 \cdot \frac{N_{\text{выл. дросс.}} - N_{\text{необх.}}}{10} \times Q_{\text{ср.}} \cdot t_{\text{год}} \cdot C_{\text{воды}}$$

где

$D \text{ В}_{\text{год}}$ – вода, сэкономленная за год, м³;

$C_{\text{воды}}$ – цена 1 м³ воды, руб. или USD.

7. Потери тепла связаны с увеличением потерь горячей воды при повышенном напоре. Для типовых расчетов цены годовой экономии тепла ($C_{\Delta Q}$, руб./год) за счет сокращения потерь горячей воды в жилых районах с использованием ЦТП или котельных расход горячей воды принимается 0,4 от общего расхода воды, подаваемой насосной станцией.

$$C_{\Delta Q} = \Delta \theta \cdot C_{\text{тепл.}} = \Delta t \cdot 0,4 \cdot V_{\text{год}} \cdot 10^{-3} \cdot C_{\text{тепл.}}$$

где

$D \text{ Q}$ – количество сэкономленного за год тепла, Гкал;

$D \text{ t}$ – расчетный перепад температуры перегрева горячей воды (норматив – 60° С);

$C_{\text{Гкал}}$ – цена 1 Гкал тепла, руб./Гкал.

8. Ориентировочный срок окупаемости ($T_{\text{ок}}$, лет) оборудования частотно-регулируемого электропривода:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{пч}}}{C_{\Delta \text{Э}_{\text{год}}} + C_{\Delta \text{В}_{\text{год}}} + C_{\Delta \text{Q}}}$$

где

$C_{\text{пч}}$ – стоимость оборудования ЧРП, включая проектные работы и монтаж.