

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЧАСТОТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Чуркин Григорий Михайлович, [grim\\_086@mail.ru](mailto:grim_086@mail.ru)  
Грибанов Алексей Александрович, [diread@mail.ru](mailto:diread@mail.ru)

### **Аннотация:**

В статье рассматривается способ энергосбережения с использованием частотно-регулируемого асинхронного электропривода с преобразователем частоты, модернизация агрегатов, а также оценка влияния их режимов работы на питающую сеть. Снижение энергопотребления может привести к снижению эксплуатационных расходов, и следовательно, может принести значительную экономическую выгоду, достичь целевых показателей и стандартов энергоэффективности. В статье рассматриваются асинхронные двигатели, работающие с более низким КПД и нагрузкой значительно меньше номинальной мощности, что обосновывает необходимость повышения эффективности их использования.

**Ключевые слова:** насос, электродвигатель, мощность, регулирование, сетевого насоса, производительность, система, теплоноситель, теплоснабжение, частотный преобразователь.

В качестве примера рассмотрим тепловой насос (комбинированный теплоэнергетический агрегат) который подает теплопроводящую жидкость из сетевого нагревателя комбинированного теплоэнергетического агрегата в систему отопления. Тепловая нагрузка варьируется в течение всего года, от минимального значения, включая потребление горячей воды летом, до максимального значения, включая отопление, вентиляцию и потребление горячей воды зимой. Количество теплоносителя, подаваемого сетевыми насосами, может варьироваться в широких пределах в зависимости от времени года. Регулирование теплового потока в данной системе необходимо для поддержания заданного давления в отопительной сети.

Существует два основных способа регулировки подачи теплоносителя в теплосеть в течение всего года [1]:

- использование ручных и электромеханических заслонок;
- использование частотно-регулируемых приводов насосов.

На сегодняшний день в установках централизованного теплоснабжения наиболее часто используются ручные и электромеханические заслонки.

Второй способ является более эффективным. Количеством выделяемого в централизованную сеть тепла управляет контроллер изменяя положение вентиля. Одновременно с этим, частотно-регулируемый привод (ЧРП) изменяет количество подаваемой в сеть централизованного теплоснабжения воды, изменяя скорость электродвигателя сетевого насоса (СН). Таким образом, используя ЧРП, в дополнение к управлению потоком теплопроводящей жидкости, энергия, которую потребляет электродвигатель, может быть сэкономлена, что является более выгодным, чем использование ручных или электромеханических заслонок. Схемы поясняющие работу системы теплоснабжения с регулировкой подачи

теплоносителя при помощи задвижки (а) и частотного регулирования (б) представлены на рисунке 1 [2].

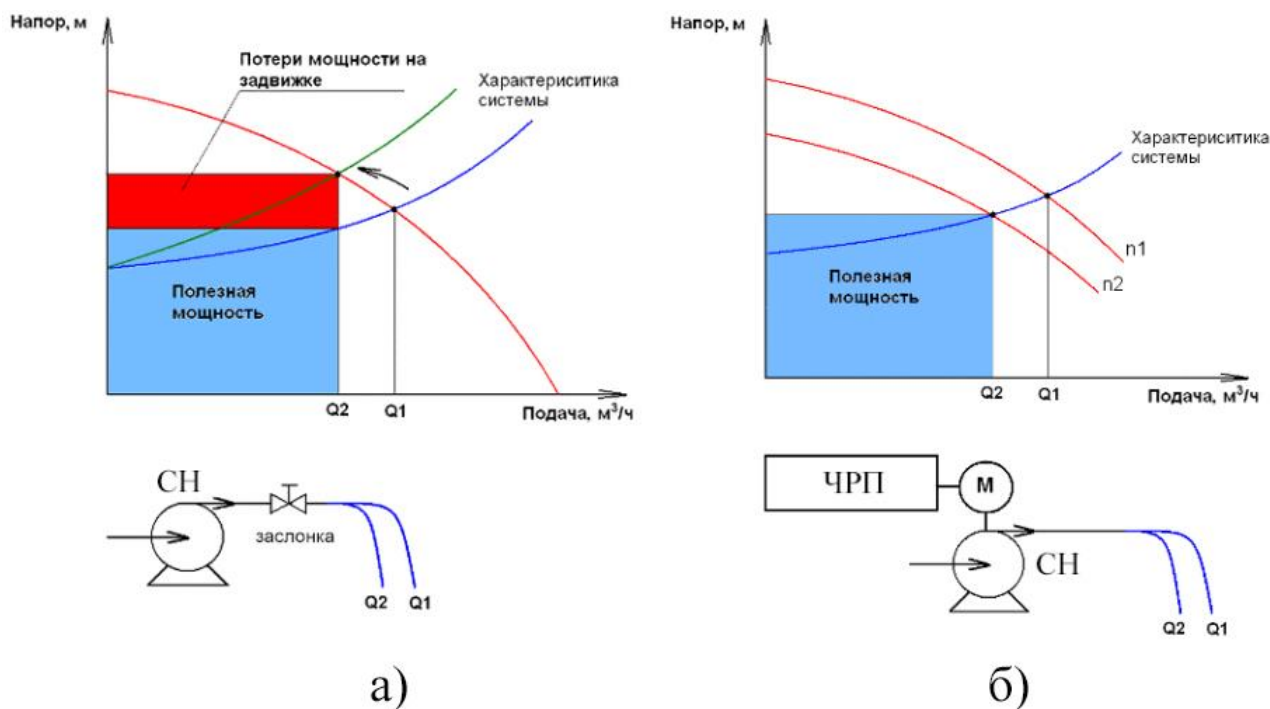


Рисунок 1 - Регулирование подачи насоса при помощи задвижки и частотного регулирования

Ниже приводится расчет энергоэффективности насоса, позволяющий определить целесообразность применения частотно-регулируемого привода в системе теплоснабжения [1]. Исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Исходные данные для расчета сетевого насоса

Параметр	Значение
Тип сетевого насоса (СН)	СЭ-2500
Тип электродвигателя	ДА304-560УК-10
Мощность электродвигателя, кВт	630
Номинальная производительность, т/ч	2500
Номинальный момент электродвигателя, Н·м	2070
Расход сетевой воды на отопление $G_o$ , т/ч	730
Расход сетевой воды на вентиляцию $G_v$ , т/ч	88
Расход воды на горячее водоснабжение $G_{ГВЗ}$ , т/ч	158
Расход воды в неотапительный период $G_{ГВЛmax}$ , т/ч	242

Производительность сетевого насоса в холодное время года:

$$G_{\text{CH}}^X = 1,1 \cdot (G_o + G_b + 1,4 \cdot G_{\text{ГВЗ}})$$
$$G_{\text{CH}}^X = 1,1 \cdot (730 + 88 + 1,4 \cdot 158) = 1143 \text{ т/ч.}$$

Производительность сетевого насоса в теплое время года:

$$G_{\text{CH}}^T = 1,1 \cdot G_{\text{ГВЛmax}}$$
$$G_{\text{CH}}^X = 1,1 \cdot 242 = 266 \text{ т/ч.}$$

При регулировании потока жидкости применением задвижек, насос работает с номинальной мощностью, с номинальным числом оборотов, соответственно, мощность, потребляемая насосом, всегда на одном уровне. При наличии ЧРП, как сказано выше, регулировка осуществляется изменением числа оборотов ротора электродвигателя.

Хорошо известно, что производительность машины прямо пропорциональна мощности, которой обладает двигатель. Мощность двигателя прямо пропорциональна количеству оборотов двигателя.

То есть, используя следующее уравнение, можно рассчитать частоту вращения, соответствующую реальной производительности [1]:

$$\frac{G_{\text{CHном}}^X}{G_{\text{CH}}^X} = \frac{n_1}{n_2},$$
$$n_2 = \frac{n_1 \cdot G_{\text{CH}}^X}{G_{\text{CHном}}^X},$$
$$n_2 = \frac{3000 \cdot 1143}{2500} = 1371 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Мощность электродвигателя насоса при частотном регулировании в холодное время года:

$$P_{\text{эд}} = \frac{M \cdot n_1}{9550},$$
$$P_{\text{эд}} = \frac{2079 \cdot 1371}{9550} = 297 \text{ кВт.}$$

В теплое время года мощность электродвигателя с частотным регулированием составит:

$$P_{\text{эд}} = \frac{2079 \cdot 266}{9550} = 57 \text{ кВт.}$$

Из вышеприведенного расчета мы можем видеть, что применение ЧРП дает положительный эффект. Это позволяет осуществлять плавную регулировку подачи теплоносителя в сеть за счёт изменения потребляемой электродвигателем мощности.

Таким образом, использование ЧРП с преобразователями частоты является действенным способом повышения энергоэффективности и снижения эксплуатационных расходов. Вместе с тем, при внедрении таких систем необходимо учитывать особенности конкретных типов оборудования и питающей сети, что позволит достичь максимально возможной экономической выгоды и повысить надёжность работы оборудования.

### Список используемой литературы

1. Саксонов, А. С. Эффективность применения частотно регулируемого электропривода для сетевых насосов теплоэлектростанций / А. С. Саксонов // Молодой ученый. – 2019. – № 39(277). – С. 201-203. – [EDN ECLZJL](#).
2. Способы регулирования подачи насосов. – URL: <https://gidromashina.ru/articles/sposoby-regulirovaniya-podachi-nasosov.html> (дата обращения: 23.01.2024).

### Информация об авторах

Грибанов А. А. – к.т.н., доцент, Чуркин Г. М. – студент группы 8Э(з)-11, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул.

### Ссылка для цитирования

Чуркин, Г. М. Энергоэффективность применения частотных преобразователей / Г. М. Чуркин, А. А. Грибанов // Энерджинет. 2024. № 1. URL: <http://nopak.ru/241-504> (дата обращения: 23.01.2024).

