



**ОВЕН
КОМПЛЕКТ
АВТОМАТИНА**
ПОСТАВКА КИП и СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

<http://www.owenkomplekt.ru/> <http://inv.t.su/>
sales@inv.t.su

109456, Москва, 1-й Вешняковский пр-д, д.2
(495) 709-79-09 (111), (499) 784-44-80.

[Введите текст]

[Введите текст]

[Введите текст]

Энергоэффективность насосов.

Сокращение затрат на потребление электроэнергии – это один из методов повышения рентабельности производства и эффективной эксплуатации технологических линий

На данный момент есть три способа управления тех. процессом насоса (Рис.1)

Устройство плавного пуска, позволяющее избежать негативные моменты при прямом пуске, но не имеющее возможности регулирования скорости вращения двигателя

Ручное управление – это прямой пуск насоса и использование дроссельных заслонок. Имеет следующие минусы:

Минусы прямого пуска

- Пусковой ток в 6...10 раз превышает значение номинального тока.
- Высокие значения тока вызывают существенный нагрев обмоток двигателя, что приводит к старению изоляции и, соответственно, к снижению срока службы двигателя.
- Из-за нагрева обмоток появляются ограничения на число пусков двигателя. Кроме того, высокие пусковые токи приводят к глубоким просадкам напряжения питающей сети, что зачастую вызывает "отпадание" контакторов и сбои в цепях управления.

Особенно сильно указанные проблемы проявляются при пуске двигателей большой мощности и становятся видны гидро и динамические удары.

Минус использования дроссельных заслонок изложен ниже.

Частотное регулирование- это метод управления который позволяет плавно запускать двигатель, и в отличии от УПП регулировать скорость вращения(какие преимущества это несет будет сказано ниже.)

[Введите текст]

[Введите текст]

[Введите текст]

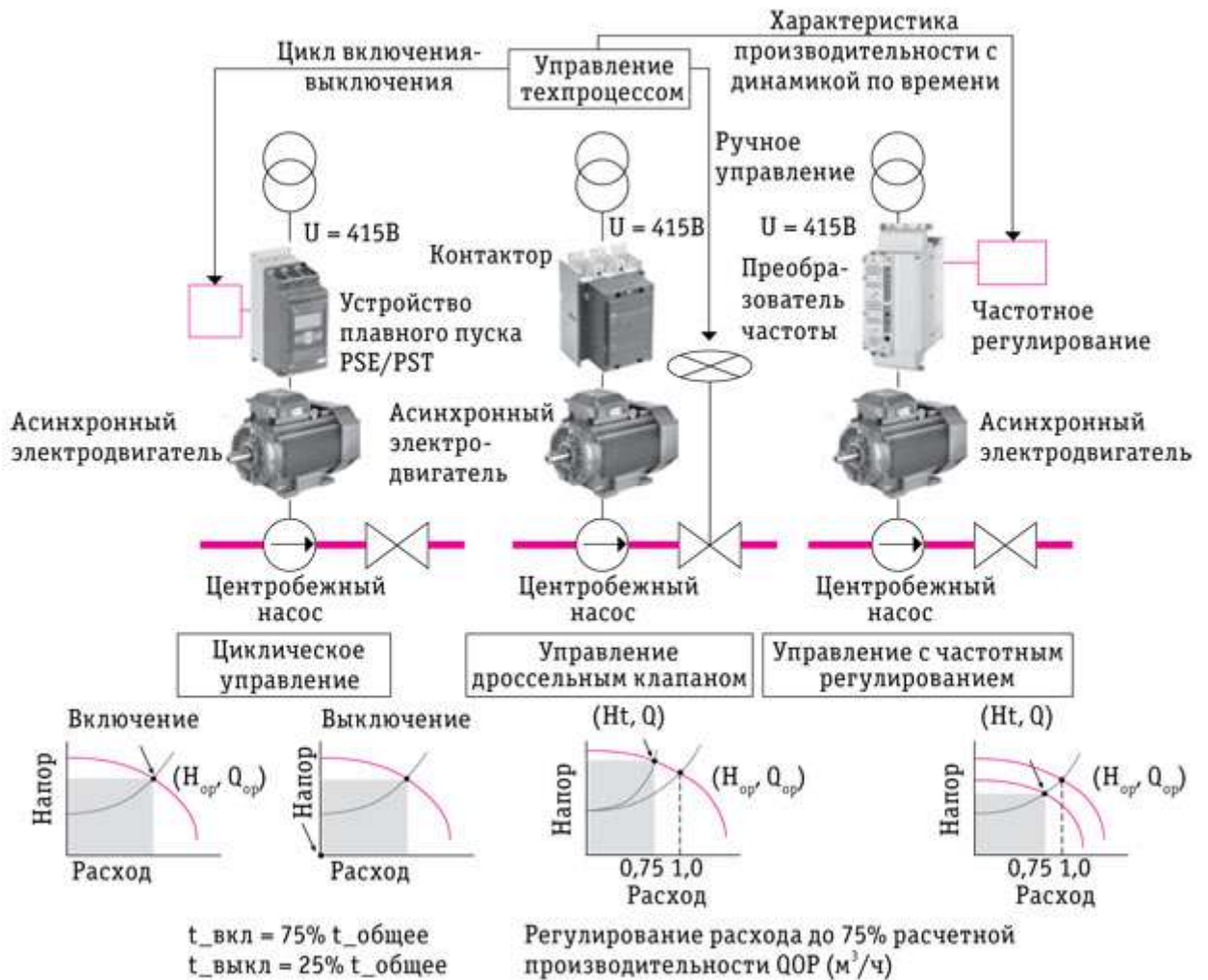


Рис.1

Потери в технологическом процессе:

- расход сети (технологическая нагрузка) определяемый потребителем
- потери напора на оборудовании, определяются гидравлическим сопротивлением элементов схемы.

- КПД двигателя

- время и интенсивность работы насоса (мощность)

Расход сети и потери напора на оборудовании можно оценить, сравнив показания манометров перед напорной задвижкой и манометра в сетевом трубопроводе. Чем больше разница в их показаниях, тем больше потерь энергии имеет система. Для решения задачи минимизации потерь необходимо полностью открыть всю запорно-регулирующую арматуру, тем самым исключить потери напора на дроссельных элементах и регулирование скоростью(напору) передать частотному управлению.

Способ регулирования давления в сети путем изменения частоты вращения привода насосного агрегата снижает энергопотребление ещё и по другой причине. Собственно, насос, как устройство преобразования энергии, имеет свой коэффициент полезного действия — отношение механической энергии, приложенной к валу, к гидравлической энергии, получаемой в напорном трубопроводе насосного агрегата.



[Введите текст]

[Введите текст]

[Введите текст]

Характер изменения коэффициента полезного действия насоса (η) в зависимости от расхода жидкости Q при различных частотах вращения представлен на рис. 2.

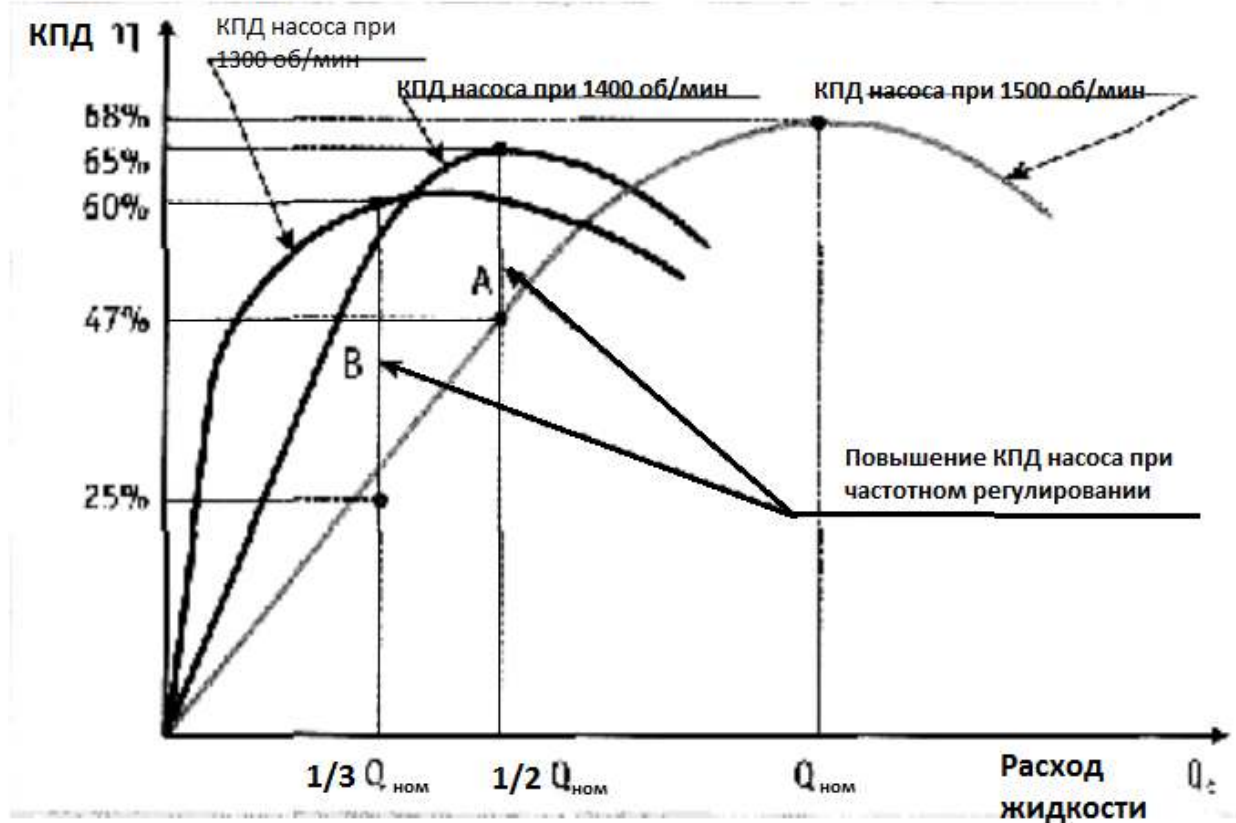


Рис.2

Как мы видим из Рис.2 максимум коэффициента полезного действия с уменьшением частоты вращения снижается и смещается влево и при работе насоса с расходом менее номинального (вертикальные линии А и В) рационально работать на пониженной частоте вращения. В этом случае КПД насоса выше, чем при работе на номинальной частоте вращения. Таким образом, снижение частоты вращения в соответствии с технологической нагрузкой позволяет не только экономить потребляемую энергию на исключении гидравлических потерь, но и получить экономический эффект за счет повышения коэффициента полезного действия самого насоса — преобразования механической энергии в гидравлическую.

Потребляемая насосом мощность пропорциональна кубу скорости вращения, и как показала практика использование частотного преобразователя дает экономию электрической энергии от 20 до 30% по сравнению со способом регулирования мощности заслонками на трубе.

Применение частотного регулирования приводов позволяет существенно уменьшить и эксплуатационные затраты, связанные с обслуживанием агрегатов и систем. Например, снижение перепада давления между всасывающим и напорным патрубками насосного агрегата увеличивает срок службы сальниковых уплотнений, практически исключает гидроудары и обеспечивает стабильность давлений в трубопроводах сетей, а также минимизирует затраты на их обслуживание. Эффект от внедрения преобразователя частоты графически представлен на Рис.3

[Введите текст]

[Введите текст]

[Введите текст]



Рис.3 Эффект от внедрения преобразователя частоты

Вывод

В тех процессах где практически отсутствует изменения напора и требуется работа в номинальном режиме экономичней на первом этапе использовать УПП.

В тех же процессах где происходит изменение напора применение частотных инверторов INVT приводит к значительной экономии и позволяет окупить затраты на приобретения в разумные сроки и защитить двигатель от многих угроз.

Ниже приведена методика расчета эффективности внедрения преобразователя частоты.

Методика расчета экономической эффективности внедрения преобразователей частоты для насосных агрегатов

[Введите текст]

[Введите текст]

[Введите текст]

Расчеты, произведенные на основании Рекомендаций, позволяют сделать с высокой степенью достоверности вывод о целесообразности применения частотного инвертора INVT на конкретных объектах и обеспечить эффективное расходование средств, выделяемых предприятием для решения задач энергосбережения.

1. Основные зависимости, характеризующие энергетику насосов

Мощность, потребляемая насосом:

$$P = (Q * H * 9.81) / \text{КПД}, \text{ кВт}, (1)$$

где

Q - производительность, м³/с;

H - высота напора, равная сумме высот всасывания и нагнетания, м. водяного столба;

КПД - коэффициент полезного действия установки, принимается по каталогу или паспорту.

Изменение основных параметров работы насосного агрегата при изменении скорости вращения рабочего колеса насоса («формулы подобия»):

$$P_d = 1,73 * I_d * U * \text{Cos } \Phi (2)$$

где

I_d - ток фазы двигателя, А;

U - напряжение двигателя, В;

Cos Φ - коэффициент мощности двигателя.

2. Получение исходных данных для расчета

Вспомогательными данными для расчета являются паспортные данные насоса и его приводного двигателя, занесенные в таблицу 1.

Таблица 1. Паспортные (номинальные) данные насоса и его приводного двигателя

Параметр	Мощность насоса, (кВт)	КПД насоса	Напор насоса, (м)	Подача насоса, (м ³ /ч)	Мощность двигателя, (кВт)	Ток двигателя, (А)	КПД двигателя	Cos Φ двигателя
Значение								

Основные данные измеряются при различных режимах работы насосного агрегата с помощью соответствующих технических средств и помещаются в таблицы, примеры которых приведенные ниже.

Таблица 2. Результаты замеров при полностью закрытой задвижке

Измеряемый параметр	Мощность P min, кВт	ток I min, А

Средства измерения - ваттметр, амперметр или счетчик электроэнергии.

[Введите текст]

[Введите текст]

[Введите текст]

Примечание: замеры при закрытой напорной задвижке следует проводить максимально оперативно для исключения возможности перегрева насоса.

Таблица 3. Результаты замеров при полностью открытой напорной задвижке

Измеряемый параметр	Мощность P_{max} , кВт	ток I_{max} , А	Расход воды Q_{max} , м ³ /ч

Средства измерения- ваттметр, амперметр или счетчик электроэнергии, расходомер

Примечание: замеры при открытой напорной задвижке желательно проводить во время максимального разбора воды (в 8...10 ч. и 18...20 ч. при обслуживании коммунальной сферы, 13...15ч. Для административных зданий и т.п.)

По данным таблиц 2 и 3 строится график зависимости потребляемой мощности P от относительного расхода воды Q/Q_{max} при различных способах регулирования. Для потребляемой мощности при дросселировании можно записать выражение:

$$P_{дрос} = P_{min} + (P_{max} - P_{min}) * (Q/Q_{max}) \quad (3)$$

Для потребляемой мощности при частотном регулировании можно записать выражение:

$$P_{чрп} = P_{max} * (Q/Q_{max})^3 \quad (4)$$

Зависимость потребляемой мощности при дросселировании $P_{дрос}$ от относительного расхода Q/Q_{max} (Q - текущий расход, Q_{max} - максимальный расход, указанный в таблице 3) получается на графике соединением точек P_{max} и P_{min} прямой линией, зависимость потребляемой мощности при использовании частотного регулирования $P_{чрп}$ от относительного расхода Q/Q_{max} получается при вычислении выражения (4) с подстановкой в него измеренной ранее величины P_{max} и нескольких значений Q/Q_{max} (например, от 0 до 1 с шагом 0,25).

Пример такого графика приведен на Рис. 4.

[Введите текст]

[Введите текст]

[Введите текст]

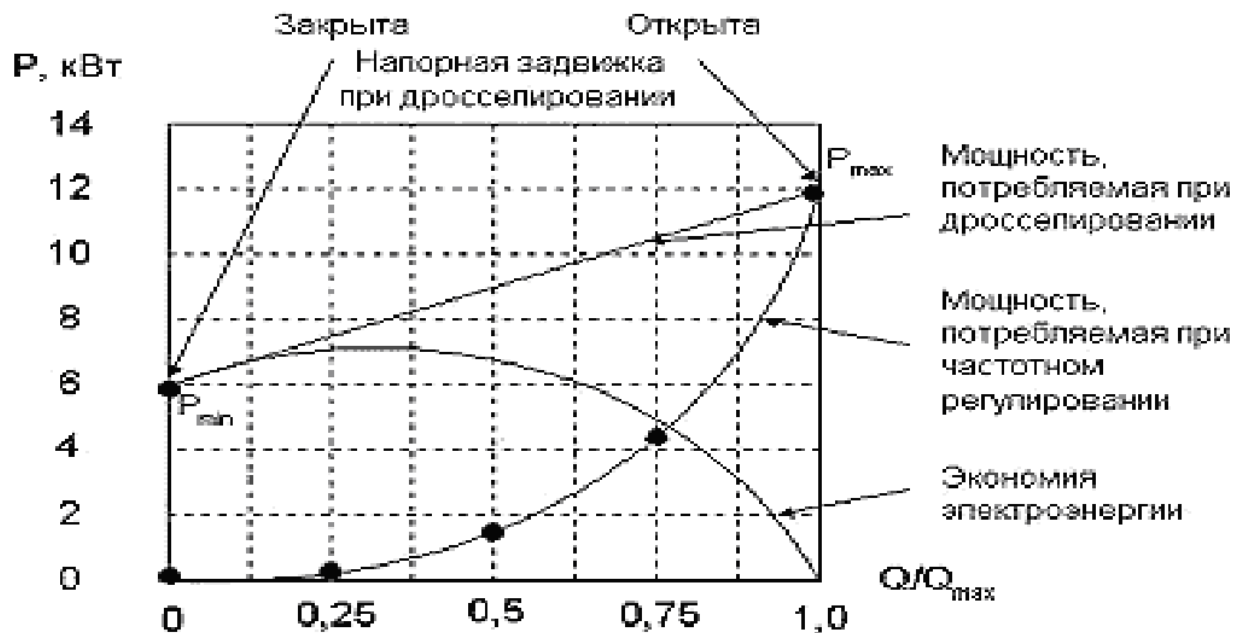


Рис. 4. Потребление мощности при различных способах регулирования скорости вращения насосов

Для получения информации о нагрузке насоса определяется график его работы по периодам времени с приблизительно одинаковой нагрузкой (расходом воды). Для измерений используется расходомер. Измерения суточного расхода производятся в течение 2-3 дней. По результатам таких замеров заполняется таблица 4. Полученные данные по суточному расходу усредняются и строится график суточного расхода воды. Пример такого графика приведен на Рис. 5.

[Введите текст]

[Введите текст]

[Введите текст]

$Q, \text{ м}^3/\text{час}$

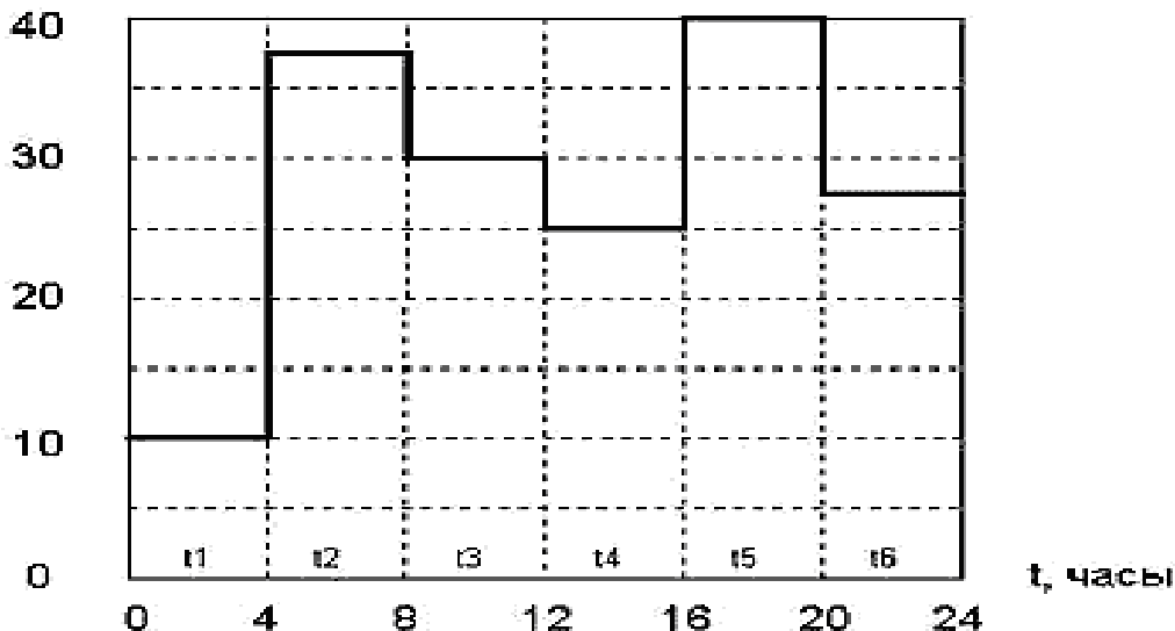


Рис 5 . Суточный график расхода воды по результатам замеров (в временных отрезках)

Таблица 4. Суточный и общий расходы воды

Период времени t_i , час	Суточный расход Q_i , м3/ч, (первый день измерений)	Суточный расход Q_i , м3/ч, (второй день измерений)	Суточный расход Q_i , м3/ч, (третий день измерений)	Средний суточный расход $Q_i \text{ ср}$, м3/ч

При затруднительности определения данных по суточному графику расхода воды (к примеру, из-за невозможности снятия данных о расходе каждые несколько часов или из-за отсутствия технических средств для автоматизации этого процесса, таких как самописец, регистратор и т.п.) допускается измерить только общий расход за несколько (7-10) дней и составить примерный вид суточного графика расхода воды. При этом необходимо учесть, что погрешность в вычислении величины сэкономленной электроэнергии составит 10...15 %. При расчетах принимается, что оборудование работает в режиме, при котором обеспечиваются нормальные параметры подачи воды с требуемыми давлением и температурой.

3. Расчет величины экономического эффекта

Расчет экономической эффективности применение частотных инверторов INVT основан на определении разницы между величинами потребления электроэнергии при регулировании напора насоса путем дросселирования напорной задвижкой и при регулировании с помощью частотного инвертора INVT. Для каждого ранее определенного периода работы i , в котором определена приблизительно постоянная нагрузка насоса Q_i , рассчитываются экономия мощности



**ОВЕН
КОМПЛЕКТ
АВТОМАТИНА**
ПОСТАВКА КИП и СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

<http://www.owenkomplekt.ru/> <http://inv.t.su/>
sales@inv.t.su

109456, Москва, 1-й Вешняковский пр-д, д.2
(495) 709-79-09 (111), (499) 784-44-80.

[Введите текст]

[Введите текст]

[Введите текст]

$$D P_i = P_{\text{дрос } i} - P_{\text{чрп } i}$$

Величины $P_{\text{дрос } i}$ и $P_{\text{чрп } i}$ выбираются по рис.4 или рассчитываются по формулам (3) и (4). Величина расхода Q_i берется из рис. 5. или таблицы 4. Затем определяется суммарная экономия электроэнергии за заданный временной интервал работы оборудования (к примеру, за сутки) по формуле:

$$DЭк = S D P_i * t_i, \quad (5) \quad i=1$$

где

i - периоды

$DЭк$ - экономия электроэнергии при применении частотного инвертора INVT вместо дроссельного регулирования, кВт*ч;

$D P_i$ - экономия мощности за i - й период (к примеру, с 0 до 4 часов), кВт;

S – сумма всех интервалов

t_i - время, в течение которого привод работает с постоянной нагрузкой Q_i насоса (к примеру, 4 часа)

При круглогодичной работе насоса с приблизительно постоянным суточным графиком расхода годовая экономия электроэнергии $DЭг$ определяется умножением $DЭк$ на число дней работы насоса в году, т.е. можно принять $DЭг = DЭк * 365$. В случае наличия в году нескольких периодов времени с характерными суточными графиками расхода, к примеру, зима - лето и т.п., $DЭк$ вычисляется для каждого такого периода, а $DЭг$ получается как сумма сэкономленной электроэнергии $DЭк$ по всем периодам, в которых действуют свои суточные графики расхода. Далее производится оценка стоимости сэкономленной электроэнергии по тарифу, действующему для предприятия в данной энергосистеме, с учетом факторов экономии, например, воды, воздуха, топлива. По имеющемуся опыту для оценки стоимости снижения расхода холодной воды может вводиться коэффициент 1.15, для горячей воды - 1.2, для воздуха - 1.1, топлива - 1.02 . Таким образом, экономия электроэнергии и ресурсов составит для холодной и горячей воды:

$$C T_{ЭЭ} = (1.15...1.2) * T_{Э} * DЭг, \quad (6)$$

где

$C T_{ЭЭ}$ - стоимость сэкономленной электроэнергии и ресурсов, руб.;

$T_{Э}$ - тариф на электроэнергию в энергосистеме, руб./кВт*ч.;

[Введите текст]

[Введите текст]

[Введите текст]

Для определения срока окупаемости, а, следовательно, оценки экономической эффективности применения частотного инвертора INVT используется формула:

$$\text{Срок} = \text{СТчрп} / \text{СТээ}$$

где

Срок - срок окупаемости установки частотного инвертора INVT , год.;

СТээ - стоимость сэкономленной электроэнергии и ресурсов за один год, руб.;

СТчрп - стоимость частотного инвертора INVT , руб.

Так же есть упрощенный расчет позволяющий приблизительно посчитать срок окупаемости ,который я и приведу ниже.

4 Упрощённый расчет окупаемости частотных преобразователей

$$\text{Срок} = \text{СТчрп} / \text{СТэ}$$

Срок - срок окупаемости установки частотного инвертора INVT , год.;

СТэ - стоимость сэкономленной электроэнергии год, руб.;

СТчрп - стоимость частотного инвертора INVT , руб.

Учитывая существующий диапазон изменения нагрузки, ожидаемую экономию электроэнергии принимаем равной 20%(как показывает практика экономия может достигать и 30 %).

Определяем среднемесячную экономию электроэнергии СТэм (с учетом 24-х часовой работы оборудования в сутки и 30-х рабочих днях).

$$\text{СТэм} = 720 \text{ час} * 90 \text{ кВт} * 20 \% = 12960 \text{ кВт} * \text{ час}$$

Определяем стоимость сэкономленной электроэнергии величины тарифа – 2.95 руб./кВт*час

$$\text{СТэ} = 12960 \text{ кВт} * \text{ час} * 2.95 \text{ руб./кВт} * \text{ час} = 38232 \text{ руб.}$$

Определяем срок окупаемости частотного инвертора INVT серии CHF100A-090G/110P-4 (90/110кВт 380В) стоимостью 167998 руб. и выходной дросель 19000 руб.

$$\text{Срок} = \text{СТчрп} / \text{СТэ} = (167998 + 19000) / 38232 = 5 \text{ месяцев}$$

**Все материалы и информация взяты из открытых источников.
Цены и тарифы указанные в тексте могут отличаться от реальных.**