

# **Энергосбережение в электротехнических системах**

# Раздел 1

Методы и технические  
средства электросбережения  
в системах  
электроснабжения  
минерально-сырьевого  
комплекса

# Электросбережение в системах освещения

Рациональное электрическое освещение имеет большое значение для обеспечения нормальных условий труда на предприятиях по добыче, подготовки и транспортировки минерально-сырьевых ресурсов. Правильно выполненное освещение способствует повышению производительности труда и улучшению качества продукции, повышению безопасности работ, сокращению аварий и несчастных случаев, снижению утомляемости персонала.

Объекты энергетического обследования:

- Электрическое освещение внутрицеховых помещений (здания и сооружения основного и вспомогательного производства).
- Электрическое освещение временных сооружений различного назначения.
- Электрическое освещение промплощадок.
- Уличное освещение

## Цели энергетического обследования в системах электрического освещения

- Установление типа и количества не энергоэффективных источников света. К ним относят лампы накаливания с низким сроком службы (до 1000 ч).
- Инструментальное обследование освещенности на предмет соответствия нормативным показателям.
- Состояние светильников и помещений (загрязнение, запыленность и т.д.).

## Технические средства энергосбережения в системах электрического освещения

- Светильники с высокой отражательной способностью:
  - люминесцентные светильники с увеличением светового потока до 40% за счет применения специального отражателя;
  - светильники типа R415 с увеличением светового потока на 20% за счет электрохимической полировки отражателя.
- Энергосберегающие лампы:
  - люминесцентные лампы;
  - ртутные лампы типа ДРЛ;
  - металлогалогенные лампы типа ДРИ;
  - натриевые лампы высокого давления типа ДНаТ (натриевые лампы низкого давления не пригодны для производственного освещения из-за низких показателей цветовой температуры);
  - светодиодные лампы (светильники)

Особенности: люминесцентные, ртутные и металлогалогенные лампы являются ртутьсодержащими, поэтому представляют экологическую угрозу; утилизация ртутьсодержащих ламп связана с дополнительными затратами.

# Оценка потенциала экономии электроэнергии в системах электрического освещения

<b>Заменяемые источники света</b>	<b>Среднее значение экономии электроэнергии, %</b>
<b>Люминесцентные на металлогалогенные лампы</b>	<b>24</b>
<b>Ртутные лампы на:</b>	
<b>металлогалогенные</b>	<b>42</b>
<b>люминесцентные</b>	<b>22</b>
<b>натриевые</b>	<b>45</b>
<b>Лампы накаливания на:</b>	
<b>металлогалогенные</b>	<b>66</b>
<b>люминесцентные</b>	<b>55</b>
<b>ртутные</b>	<b>42</b>
<b>натриевые</b>	<b>68</b>
<b>светодиодные</b>	<b>80</b>

# Направления энергетического обследования

- Анализ состояния приборов коммерческого и технического учета электрической энергии и воды.
- Определение загрузки (коэффициента нагрузки) электрических машин (трансформаторов и электродвигателей).
- Определение коэффициентов мощности в системах электроснабжения.
- Гармонический анализ в электрических сетях при наличии нелинейной нагрузки.

# Контроль и учет электропотребления

Целью является:

- Совершенствование методов учета расхода электроэнергии и воды;
- Снижение платежей за потребляемую электроэнергию;
- Обеспечение точности, достоверности измерения в части учета отпускаемых и потребляемых энергетических ресурсов;
- Проведение организационных мероприятий по рациональному расходу электроэнергии и выравниванию потребляемых мощностей в течение суток.



# Технические средства контроля и учета энергоресурсов

- Автоматизированная система коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ).
- Автоматизированная система контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭР).

АСКУЭ обеспечивает решение следующих задач:

- Сбор и формирование данных на предприятии для использования их при коммерческом учете;
- Формирование баланса потребления электроэнергии по отдельным узлам, районам и энергозонам;
- Оперативный контроль и анализ режимов потребления электроэнергии и мощности отдельными приемниками;
- Контроль достоверности показаний приборов учета электроэнергии и мощности;
- Формирование статистической отчетности;
- Оптимальное управление нагрузкой потребителей

# Технические средства контроля и учета энергоресурсов (продолжение)

АСКУЭР для компрессорных станций обеспечивает решение следующих задач:

- Учет потребляемой электроэнергии и мощности;
- Учет потребления тепловой энергии, а также расхода воды и топливного газа на собственные нужды;
- Оперативного контроля потребляемой мощности и качества электроэнергии;
- Формирование отчетных документов.

Как показывает мировая практика, оперативное управление топливно-энергетическими ресурсами позволяет уменьшить потребление (по данным ЦЭНЭФ):

- электроэнергии на 3 – 5%;
- воды на 3 – 4,5%;
- тепловой энергии (котельно-печного топлива) на 3,5 – 5,5%.

# Нагрузка трансформаторов и электродвигателей

## Системы трансформирования

Неоправданные потери в трансформаторах наблюдаются как при недогрузках, когда потребляемая мощность значительно ниже номинальной мощности трансформатора, работающего в режиме, близком к режиму холостого хода (потери составляют 0,2 – 0,5% от номинальной мощности трансформатора), так и при перегрузках. Практика энергоаудитов показывает, что нагрузка трансформаторов должна быть более 30%, чтобы избежать сверхнормативные потери электрической энергии. Экономия электроэнергии обеспечивается за счет отключения ненагруженных трансформаторов, увеличивая степень загрузки остальных трансформаторов.

# Нагрузка трансформаторов и электродвигателей (продолжение)

## Электродвигатели

Для разработки мероприятий по энергосбережению во время проведения энергетического обследования необходимо проверять соответствие мощности электродвигателя потребляемой мощности нагрузки, т.к. завышение мощности приводного электродвигателя приводит к снижению КПД и коэффициента мощности. С уменьшением степени загрузки двигателя возрастает доля потребляемой реактивной мощности на создание магнитного поля системы по сравнению с номинальным режимом работы, что приводит к снижению коэффициента мощности. При завышенной мощности электродвигателя следует произвести замену электродвигателя на меньшую мощность.

Целесообразность капитальных затрат на замену одного двигателя другим двигателем с соответствующей номинальной мощностью определяется следующими положениями:

- Целесообразно производить замену при загрузке менее 45%.
- При загрузке 45 – 70% для замены требуется проводить экономическую оценку мероприятия.
- При загрузке более 70% замена нецелесообразна.

# Системы регулирования коэффициента мощности

Основными источниками реактивной мощности на предприятиях по бурению, добыче и транспортировки нефти и газа являются асинхронные электродвигатели и трансформаторы всех ступеней трансформации. При работе электродвигателей и трансформаторов генерируется реактивная нагрузка. В сетях и трансформаторах циркулируют токи реактивной мощности, которые приводят к дополнительным активным потерям.

# Мероприятия по повышению коэффициента мощности

В зависимости от режима работы электротехнического оборудования, который определяется в процессе проведения энергоаудита, рекомендуются следующие мероприятия, позволяющие повысить коэффициент мощности:

- Увеличение загрузки асинхронных электродвигателей.
- При снижении до 40% мощности, потребляемой асинхронным электродвигателем, переключать обмотки с “треугольника” на “звезду”. Мощность при этом снижается в 3 раза.
- Применение ограничителей времени работы асинхронных электродвигателей и сварочных трансформаторов в режиме холостого хода.
- Замена асинхронных электродвигателей синхронными.
- Применение технических средств регулирования режимов работы электродвигателей. Наиболее часто применяется регулятор мощности на базе регулятора напряжения с отрицательной обратной связью по току электродвигателя.

# Генерация гармоник в электрических сетях

В случае применения на предприятиях силовых тиристорных и транзисторных устройств (нелинейные нагрузки), они в значительной степени влияют на коэффициент мощности. Главной проблемой использования тиристорных и транзисторных устройств является генерация высших гармоник из-за коммутации силовых электронных ключей. В этом случае увеличивается реактивная составляющая мощности в сетях, которая вызывает дополнительные электрические потери. Гармоники существенно влияют на функционирование оборудования, особенно микропроцессорных средств управления, диагностики и защиты, вызывая ложные срабатывания аппаратных средств и т.д. В ряде случаев приходится идти на создание дорогостоящей автономной электрической сети для обеспечения нормальной работы оборудования.

# Методы и технические средства повышения коэффициента мощности

Для компенсации реактивной мощности, оцениваемой по величине коэффициента мощности, применяются батареи статических конденсаторов и синхронные электродвигатели (при наличии), работающие в режиме перевозбуждения. Для большей эффективности компенсаторы располагают как можно ближе к источникам реактивной мощности, чтобы эти токи не циркулировали в распределительных сетях и не вносили дополнительные потери электрической энергии.

В зависимости от режима работы электротехнического оборудования, который определяется в процессе проведения энергетического обследования, рекомендуются следующие методы, позволяющие повысить коэффициент мощности:

- Увеличение загрузки асинхронных электродвигателей.
- При снижении до 40% мощности, потребляемой асинхронным электродвигателем, переключать обмотки с “треугольника” на “звезду”. Мощность при этом снижается в 3 раза.
- Применение ограничителей времени работы асинхронных электродвигателей и сварочных трансформаторов в режиме холостого хода.
- Замена асинхронных электродвигателей синхронными.



# Методы и технические средства повышения коэффициента мощности (продолжение)

Использование вышеозначенных компенсаторов реактивной мощности при функционировании гармоник в электрической сети является ошибочным решением проблемы, т.к. они не влияют на генерацию высших гармоник при наличии нелинейной нагрузки. Для борьбы с высшими гармониками используют различные средства, в том числе считаются наиболее действенными динамические фильтро-компенсирующие устройства (ДФКУ), с помощью которых обеспечивается коэффициент мощности до 0,9. Комплексное использование ДФКУ с традиционными компенсаторами позволяют получить коэффициент мощности не менее 0,95.

Энергоэффективность повышения коэффициента мощности за счет использования ДФКУ с компенсаторами реактивной мощности проявляется в виде:

- Снижения потерь активной мощности.
- Снижения платежей за реактивную электроэнергию.
- Повышения пропускной способности (разгрузки) электрической сети.

# Раздел 2

Методы и технические  
средства электросбережения  
в электроприводе

# Пути электросбережения в электроприводе

- **Первый путь** относится к простейшему и самому массовому неуправляемому электроприводе с короткозамкнутыми асинхронными двигателями и состоит в совершенствовании процедур выбора двигателей для конкретных установок.
- **Второй путь** повышения экономичности массового нерегулируемого электропривода – переход на энергосберегающие двигатели, в которых за счет увеличения массы активных материалов (железа и меди) повышены номинальные значения КПД и коэффициента мощности.
- **Третий путь** – создание специальных дополнительных технических средств, обеспечивающих в нерегулируемом электроприводе минимизацию вредного влияния на энергетические показатели отклонения нагрузки от номинальной.
- **Четвертый путь** – переход от нерегулируемого электропривода к регулируемому. Это дает три важных обстоятельств электросбережения:
  - Экономия электроэнергии часто достигается не за счет собственного привода, а за счет процесса, который привод обслуживает;
  - Для получения полезных энергетического и других эффектов, часто нужны изменения координат электропривода в небольших пределах;
  - Гибкость решения конкретных задач при отсутствии универсальных решений.
- **Пятый путь**, относящийся к регулируемому электроприводе. Возможность широкой автоматизации производственных процессов, влияющих на энергетический баланс в целом.

# Электросбережение средствами регулируемого электропривода

Средствами регулируемого электропривода возможно достижение энергетического эффекта, в основном, при обслуживании транспортных средств:

- Компрессорные установки (система транспортировки сжатой среды, например, газа повышенного давления).
- Насосные установки (система транспортировки жидкости, например, нефти или воды).
- Вентиляторные установки (система транспортировки среды нормального давления, например, в аппаратах охлаждения газа).

В отдельных случаях возможно достижение энергетического эффекта средствами регулируемого электропривода путем создания специфического режима работы буровых установок. Например, процессы бурения в резонансном режиме позволяют снизить удельное электропотребление ротора на 46% при увеличении скорости хода на 28,5%. Результаты получены на ОАО «Лебединский ГОК» в ходе промышленно-экспериментальных испытаний системы резонансного разрушения горной массы (кварцита) крепостью 17 по шкале М.М.Протоdjяконова средствами регулируемого электропривода вращателя бурового станка СБШ-250МН (разработка МГГУ – кафедра ЭЭГП).

# Методы и технические средства электросбережения средствами регулируемого электропривода

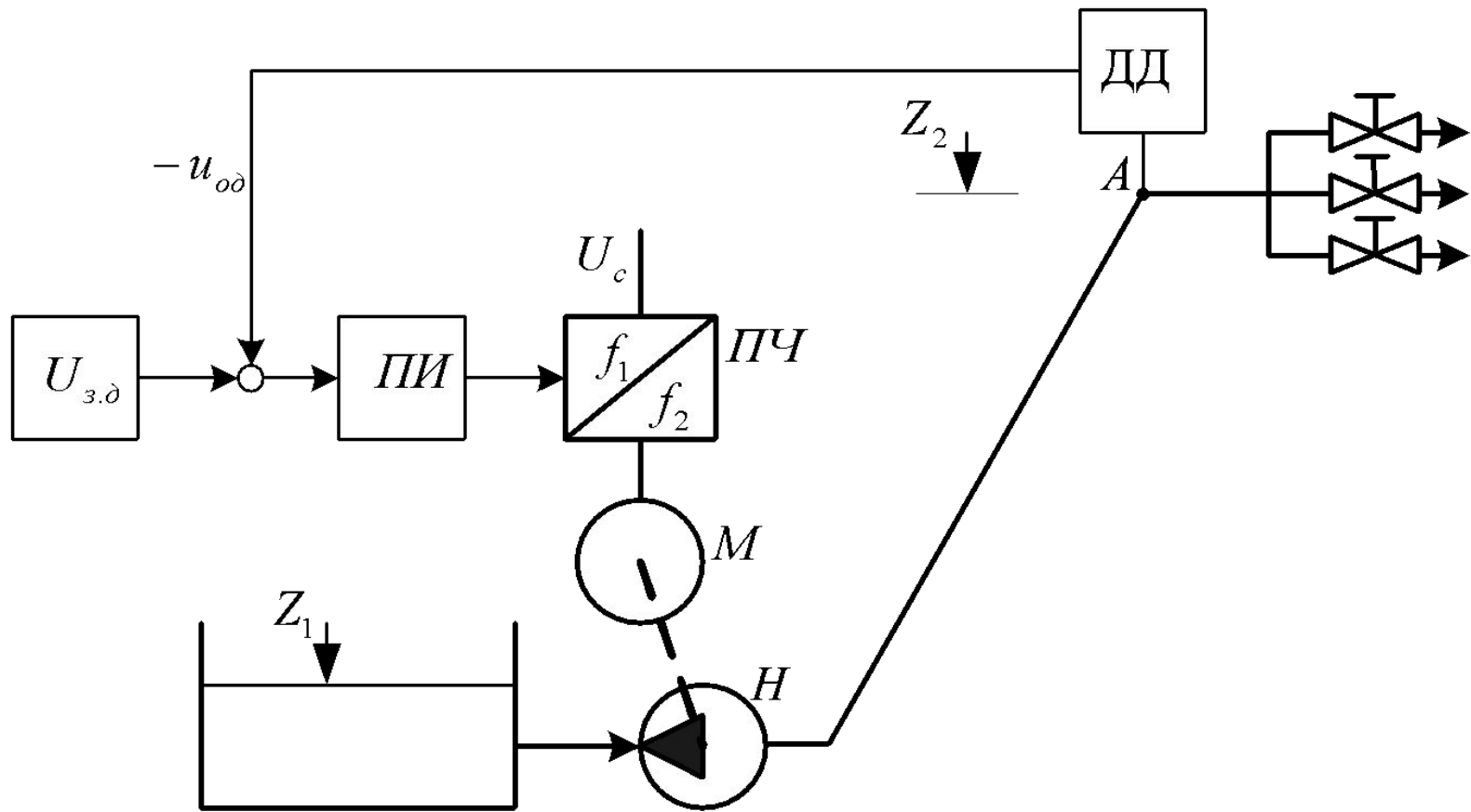
В системе большинства производств в основном применяются тиристорный электропривод постоянного тока (подъемные и буровые установки) и частотно-регулируемый электропривод переменного тока (компрессорные установки, насосные агрегаты и вентиляторы).

Из слаботочной техники (системы управления и регулирования) применяются различные датчики и устройства в системах автоматизации процессов.

В современных системах энергоэффективного автоматизированного электропривода наибольшее распространение получили методы стабилизации давления в гидросистеме и уровня жидкости в емкости и скважине. В меньшей степени используется метод поддержания заданной температуры теплоносителя.

Каждый из этих методов использует стандартную одноконтурную систему регулирования по давлению, уровню или температуре, в зависимости от решаемой задачи в области автоматизации энергоэффективного электропривода

# Стабилизация давления в гидросистеме



# Стабилизация уровня в скважине (емкости)

