**Лекция 9**

## Энергоаудит

### 1. Энергоаудит промышленных предприятий

Первый шаг в энергетическом обследовании – *энергоаудит*. Результаты энергоаудита позволяют провести анализ состояния энергопотребления, определить потенциальные возможности экономии энергоресурсов.

Энергоаудит – это техническое обследование, анализ экономичности работы систем энергогенерирования и энергопотребления в целях определения возможной экономии затрат энергоресурсов. Энергоаудит (энергетическое обследование) проводится с целью оценки эффективности использования организациями топливно–энергетических ресурсов (электрической и тепловой энергии, природного газа, твердого топлива, продуктов переработки нефти), определения возможностей ее повышения и затрат на реализацию энергоэффективных решений [4].

В настоящее время в России практически сформирована правовая база для выполнения энергетических обследований предприятий на основе следующих документов [6–13]:

1. Указ Президента РФ от 7 мая 1995 г., № 472 «Об основных направлениях энергетической политики и структурной перестройки топливно–энергетического комплекса Российской Федерации на период до 2010 года»;
2. Постановление Правительства РФ «О федеральной целевой программе «Энергосбережение России» на 1998–2005 годы» от 24 января 1998 г., № 80;
3. Постановление Правительства РФ «О неотложных мерах по энергосбе­режению» от 2 ноября 1995 г., № 1087;
4. Постановление Правительства РФ от 12 августа 1998 г., № 938 «О государственном энергетическом надзоре в Российской Федерации»;
5. Постановление Правительства РФ от 15 июня 1998 г., № 588 «О дополнительных мерах по стимулированию энергосбережения в России»;
6. Федеральная целевая программа «Энергосбережение России» – основана на энергосберегаюшей политики государства в регионах и отраслях экономики на I 1998–2005 гг., Минтопэнерго РФ, 1998 г.;
7. Федеральный закон «Об энергосбережении» от 03.04.1996 г., № 23–ФЗ;
8. Положение о проведении энергетических обследований предприятий. Минтопэнерго, 1998 г.

### 2. Методология энергоаудита

Энергетический аудит проводят независимые лица (энергоаудиторы) или фирмы, уполномоченные на это субъектами хозяйствования. Энергетический аудит предназначен для решения таких главных *задач*:

* обследование состояния использование энергетических ресурсов на объекте;
* разработка организационно–технических мероприятий, направленных на снижение энергетических затрат;
* определение потенциала сбережения энергии; экономическое обоснование организационно–технических мероприятий.

Процесс энергоаудита состоит из следующих *этапов*:

1. Подготовительный (заключение договора с определением цели проведения энергоаудита).

2. Сбор данных (ознакомление с основными потребителями, общей структурой систем производства и распределения энергоресурсов, разработка программы проведения энергоресурсоаудита с указанием сроков выполнения и стоимости его этапов), включает в себя: определение объема потребления энергии и ее стоимости за репрезентативный промежуток времени; обследование топливно–энергетических потоков на объекте.

3. Корректировка данных (сбор общей документальной информации, корректировка и уточнение ранее полученных данных).

4. Анализ полученной информации (анализ информации и проведение расчетов), включает в себя: анализ эффективности использования энергии и энергоносителей; разработка рекомендаций из эффективного использования энергоресурсов; экономическое обоснование предлагаемых рекомендаций.

5. Отчет (разработка отчета о проведенном исследовании, составление энергетического паспорта и составления плана мероприятий).

В среднем стоимость энергоаудита составляет 2% расходов на оплату энергии, аудит дает около 20% экономии энергии, а затраты на его проведение окупаются на протяжении двух лет.

Любая работа по энергоаудиту выполняется двумя лицами: ведущим аудитором и аудитором.

### 3. Энергетическое обследование объекта аудиторами

Задача энергоаудиторов проанализировать режимы эксплуатации энергооборудования в новых условиях и дать рекомендации по его эксплуатации в сложившейся для предприятия ситуации. Для проведения энергоаудита различного уровня аудитору необходимо собрать статистические данные и получить первичную информацию о потреблении энергоресурсов на промышленном предприятии для дальнейшей обработки. Эта информация должна содержать следующие данные:

а) схемы систем теплоэлектроснабжения, водоснабжения, сжатого воздуха предприятия в целом, и отдельных его подразделений, из которых видно распределение видов энергоносителей, и можно определить объекты, имеющие коммерческий учет расхода энергоносителей, а также объекты, имеющие внутрипроизводственный учет;

б) годовой выпуск основной и дополнительной продукции за предыдущий и текущий год;

в) годовое потребление и расход энергоресурсов по предприятию и внутрипроизводственным подразделениям; выявление энергетической составляющей в себестоимости продукции; данные по удельным расходам тепловой, электрической энергии на единицу продукции за базовый и текущий год;

г) фонд рабочего времени, сменность;

д) источники теплоснабжения, электроснабжения, сжатого воздуха и тому подобного, включая перечень и их технические характеристики (производительность, параметры, тип оборудования, потребляемая мощность и т.п.);

е) показатели энергопотребления в существующих формах статистической отчетности и внутрипроизводственной отчетности (эксплуатационные журналы, регламенты, проектная документация, паспорта на оборудование, графики загрузки оборудования и т.п.);

ж) мероприятия и их выполнение за последние 1–2 года по повышению эффективности энергоиспользования, снижению потерь тепловой и электрической энергии, не требующие значительных финансовых вложений;

з) состояние учета и нормирование расхода тепловой и электрической энергии;

и) уровень автоматизации работы энергопотребляющего оборудования и оснащенность его приборами контроля режимно–технологических параметров;

к) наличие паспортов на энергоемкое оборудование, вентиляционные системы, технические характеристики энергопотребляющего оборудования, результаты проведения балансовых испытаний и контрольных замеров;

л) выход вторичных энергоресурсов, в том числе низкопотенциальных и их использование;

м) наличие энергетического паспорта предприятия и дата его составления. Наличие отчетности по энергобалансу предприятия, цехов [14].

Зная стоимость и потребленное количество каждого вида энергии (энергоносителя) можно перейти к определению мест их потребления, чтобы для каждого вида энергии (энергоноситель) определить важнейших потребителей по объему и за стоимостью. Для крупных потребителей следует сделать распределение энергии относительно отдельных агрегатов или электроприемников. Это дает энергоаудитору четкое воображение о технологических процессах и о конкретном оснащении, а сравнение конкретных показателей с плановыми показателями или с лучшим опытом дает возможность оценить потенциал энергосбережения.

Для получения информации о том, где именно и в каком количестве потребляется энергия, необходимо ознакомиться по возможности основательно с производственным процессом на объекте.

Как правило, для получения этих знаний необходимое обсуждение с руководством производственных участков, экскурсия на предприятие и складывание схемы технологического процесса (блок–схемы процесса). Для каждого элемента блок–схемы определяется входные потоки энергии и сырья, потоки изделий, а также ответвление и потери.

На основе доступной информации и визуальных проверок оценивают относительные таяния потоков энергии и потерь и составляют список основных потребителей энергии, как на производственные потребности, так и на отопление и прочие погреба для создания надлежащих, условий работы.

Для определения потребления энергии конечными энергоприемниками полезным может быть использование информации от дополнительных счетчиков, других ли измерителей, если они имеющиеся.

Особое внимание следует свернуть на крупных потребителей энергии. Небольшая относительная экономия для крупного потребителя часто оказывается более значимой (и легче достижимой), чем большая относительная экономия для маленького потребителя. Это, однако, не означает, то мелкими потребителями можно пренебрегать, но начальные усилия следует сосредоточить на тех участках, где получение значительных сбережений есть наиболее вероятным. Время, необходимое для ознакомления с технологическим процессом, зависит от размеров предприятия и уровня информационного обеспечения.

Непосредственное (прямое) измерение затрат энергии – это самый точный способ определения объема потребленной энергии, как объектом в целом, так и отдельными его потребителями. Непосредственные измерения потребленной энергии или объема потребленного энергоносителя осуществляется с помощью счетчиков. За показами счетчиков определяют количество потребленной энергии определенного вида за принятый промежуток времени (неделя, месяц, сезон, год).

Полученные данные (минимум за последние 2 года) группируются, например, по отдельным разделам: система горячего и холодного водоснабжения; система электроснабжения объекта; система газоснабжения объекта; системы технического и коммерческого учета расхода электроэнергоносителей; система центрального отопления зданий и цехов; производственные и административные здания.

Далее энергоаудитор составляет *энергетический паспорт предприятия* в соответствии с Государственным стандартом на разработку энергетического паспорта промышленного потребителя топливно–энергетических ресурсов. При анализе системы электроснабжения за базовый период принимается год предшествующий текущему году исследования.

Энергетический паспорт составляется в соответствии с Федеральным законом «Об энергосбережении» от 03.04.1996 г. № 28–03, Постановлением правительства РФ от 02.10.1995 г. № 1087 «О необходимых мерах по энергосбережению» и Правилами проведения энергетических обследований организаций, утвержденными Минтопэнерго РФ 25.03.1998 г., и соответствует ГОСТ Р 51379–99.

Энергетический паспорт потребителя энергоресурсов состоит из типовых форм и расчетно–пояснительной записки (РПЗ).

Энергетический паспорт потребителя энергоресурсов составляется по результатам углубленного обследования энергохозяйства предприятия и отражает существующий уровень энергопотребления, состояние энергоиспользующего оборудования, резервы энергосбережения и план мероприятий по их реализации.

Для разработки энергетического паспорта в процессе обследования необходимо собрать, проанализировать и оценить следующую информацию:

* фактическое потребление энергоресурсов (по всем видам) за базовый год и финансовые затраты на их оплату;
* установленные мощности электроприемников, характеристики и режимы работы основного энергопотребляющего (технологического и вспомогательного) оборудования;
* нормативно–расчетное потребление энергоресурсов (энергетические балансы) на технологические и вспомогательные нужды;
* удельные показатели потребления энергоресурсов на выпускаемую продукцию.

В формах паспорта представлены данные, полученные на основании имеющейся у потребителя документации, форм официальной отчетности, а также результатов расчетов, содержащихся в расчетно–пояснительной записке.

В *расчетно–пояснительной записке* содержатся исходные данные для расчетов, собственно расчеты и анализ их результатов, а также рекомендации по энергосбережению с необходимыми технико–экономическими расчетами.

### 4. Инструментальное обследование

Энергоаудит в части инструментального обследования должен проводиться с помощью стационарных и портативных приборов и оборудования [1]. Приборы, с помощью которых проводится энергоаудит, должны иметь сертификат Госстандарта РФ.

К стационарным приборам и оборудованию, используемому для энергоаудита, относятся приборы коммерческого учета энергоресурсов, контрольно–измерительная и регулирующая аппаратура, приборы климатического наблюдения и другое оборудование, установленное на объекте энергоаудита. Все измерительные приборы должны быть соответствующим образом проверены.

Портативные приборы могут быть собственностью энергоаудитора, обследуемого предприятия или взяты во временное пользование. Приборы должны иметь сертификат Госстандарта РФ, содержаться в рабочем состоянии и быть поверенными в установленном порядке. Минимальный и рекомендуемый состав портативных приборов указан в настоящем разделе. Помимо вывода показаний на дисплей или шкалу, приборы должны иметь стандартный аналоговый или цифровой выход для подключения к регистрирующим устройствам, компьютерам и другим внешним устройствам. Все приборы должны быть компактными и иметь небольшой вес, позволяющий проводить обслуживание на объекте одним человеком.

Для проведения энергоаудита в состав портативной измерительной лаборатории должны, как минимум, входить следующие приборы: ультразвуковой расходомер жидкости (накладной), позволяющий проводить измерения скорости, расхода и количества жидкости, протекающей в трубопроводе без нарушения его целостности и снятия давления; электрохимический газоанализатор, определяющий содержание кислорода, окиси углерода, температуру продуктов сгорания; электроанализатор, измеряющий к регистрирующий токи и напряжения в 3 фазах, активную и реактивную мощности, потребленную активную и реактивную электроэнергию; бесконтактный (инфракрасный) термометр; набор термометров с различными датчиками; люксметр; анемометр; гигрометр; накопитель данных для записи переменных сигналов.

### 5. Анализ эффективности использование энергии на объекте

После окончания обследования энергопотребления на объекте энергоаудитор приступает к анализу использования энергии. Анализ содержит таблицы, графики и короткий комментарий.

Анализ имеет целью решить такие вопросы [14]:

1. Рассчитать объем потребления энергии разными потребителями в границах объекта.
2. Распределить финансовые расходы на энергию пропорционально между всеми потребителями.
3. Сравнить энергопотребление с выпуском продукции.
4. Определить отклонения от нормы относительно потребления энергии (то есть неожиданно высокие или низкие уровни потребления, или по ошибке определенное потребление во время регрессивного анализа).

Эта информация очень важна для заказчиков аудита, поскольку она подтверждает или ставит под сомнение размеры энергопотребления в границах объекта. В особенности важным есть тот факт, что эта информация подготовлена профессиональными энергетическими консультантами, которые осмотрели объект «свежим взглядом».

Иногда в процессе анализа обнаруживаются отклонения от нормы. Отклонения могут быть обусловлены неверными счетами поставщиков топлива, в таких случаях иногда можно добиться возвращения денег. В других случаях могут быть выявления отклонения от норм, вызванные злоупотреблениями в использовании энергии. В такой ситуации аудитор обязан четко очертить эту отрицательную практику, склоняя менеджмент предприятия принять соответствующие меры для устранения таких эксцессов.

Для достижения упомянутых выше целей энергоаудитор использует все или лишь часть из таких элементов: отчет о годовой закупке топлива и энергии; график регрессивного анализа; таблицу энергоаудита; коэффициенты стоимости топлива; диаграмму Сенки; круговые диаграммы энергопотребления.

Отчет о закупке топлива и энергии на протяжении года обычно подают в табличной форме. Таблицы составляют на основании ежемесячных счетов поставщиков топлива и энергии, они содержат всю необходимую техническую и финансовую информацию

Во время анализа и в отчетах с энергоаудита применяют два вида графиков:

* график изменения энергопотребления во времени (так называемый линейный график энергопотребление), на котором кроме помесячного энергопотребления могут быть нанесенные даны о температуре окружающей среды и прочие факторы, которые влияют на потребление энергии;
* график регрессивного анализа.

В таблице энергоаудита все виды энергии и все виды топлива, полученные объектом, делятся между определенными группами энергопотребителей. Финансовые расходы в таблице делят пропорционально к этому энергопотреблению.

Коэффициенты стоимости топлива и энергии соотносят потребление и стоимость энергии с объемом производства, внешней температурой, размерами здания, то есть с факторами, от которых зависит объем энергопотребления. Их также используют для сравнения эффективности использования энергии на нескольких однотипных объектах.

Диаграмма Сенки – это графическое изображение потоков энергии, в котором толщина разных элементов диаграммы пропорциональная соответствующему количеству энергии. Некоторые диаграммы Сенки отображают циклическое движение энергопотоков, например, возвращение конденсата в котельную.

Кроме диаграммы Сенки в энергоаудите используются круговые диаграммы, с помощью которых можно графически изобразить потребления энергии как в натуральных, так и в относительных, единицах (например, такие как на рис. 1.1).

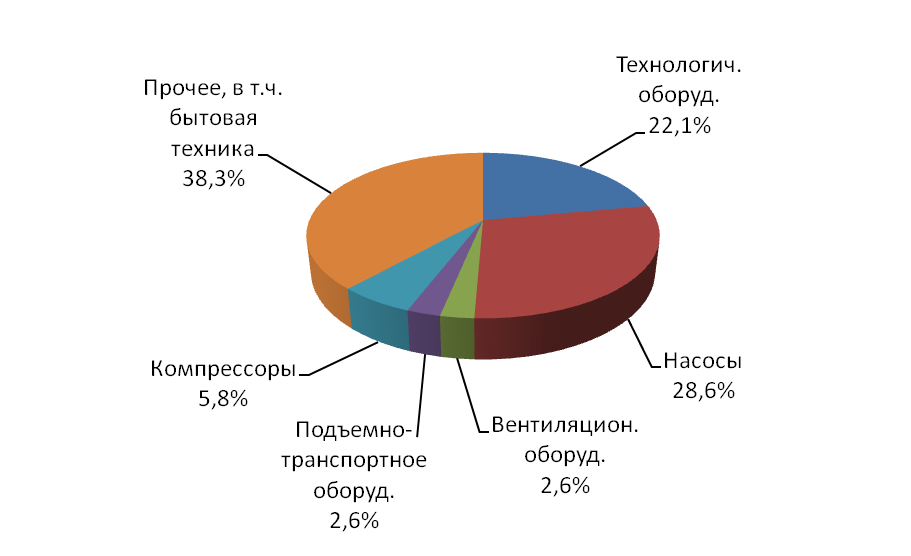


Рис. 1. Распределение электроприемников одного из предприятий

водопроводно–канализационного хозяйства РТ

### 6. Разработка рекомендаций по эффективному использованию энергии

Разработка рекомендаций есть важнейшим этапом энергоаудита, поскольку ради получения обоснованных предложений по повышению эффективности использование энергии проводится энергетическое обследование.

Важно подчеркнуть, что нельзя ограничиваться очевидными мероприятиями, такими, например, как внедрение энергоэффективного оборудования. Следует обратить внимание на менее очевидные возможности повышения энергоэффективности, примерами которых могут быть изменения системы энергоснабжения, применение комплексного производства тепловой и электрической энергии, использование как топлива отходов производства, изменение методов производства на такие, что разрешают использовать более дешевые энергетические ресурсы.

Предлагаемые рекомендации по энергосбережению можно разделить относительно категорий энергопотребления или относительно альтернативных решений одной и той же энергетической проблемы.

*Энергосберегающие мероприятия* классифицируется на беззатратные, низкозатратные, высокозатратные и необходимые изменения.

*Беззатратные рекомендации:*

* экономное использование имеющихся ресурсов;
* приобретение топлива от другого поставщика по низшей цене.

*Низкозатратные рекомендации:*

* установление более эффективного оборудования;
* установление новых (автономных) средств управления;
* тепловая изоляция теплотрасс и помещений;
* изменение регламента технического обслуживания оборудования; обучение персонала;
* контроль энергопотребления и оперативное планирование.

*Высокозатратные рекомендации:*

* изменение значительной части производственного оснащения;
* установление комплексных систем управления;
* комплексное производство тепловой и электрической энергии;
* рекуперация тепла.

Для определения лучших рекомендаций нужно понимание технологических процессов и знание доступной техники и технологий.

Обоснование мероприятий повышения эффективности и энергопотребления должно содержать определенные элементы, главные из которых приведенные ниже.

*Необходимые изменения:*

* модификация предприятия и зданий;
* замена оснащения;
* модернизация оснащения, систем управления, изоляция;
* усовершенствование технического обслуживания оснащения;
* внедрение новых процедур управления.

При эксплуатации электрохозяйства промышленных предприятий, необходимо организовать такое обслуживание электрических сетей и электрооборудования, при котором отсутствуют производственные простои из–за неисправности электроустановок, поддерживается надлежащее качество электроэнергии и сохраняются паспортные параметры электрооборудования в течение максимального времени при минимальном расходе электрической энергии и материалов.

Все мероприятия по снижению потерь электроэнергии можно разделить на три группы [1]:

1) *организационные,* к которым относятся мероприятия по совершенствованию эксплуатационного обслуживания электрических сетей и оптимизации их схем и режимов (практически беззатратные мероприятия);

2) *технические,* к которым относятся мероприятия по реконструкции, модернизации и строительству сетей (мероприятия, требующие дополнительных капиталовложений);

3) *мероприятия по совершенствованию учета электроэнергии,* которые могут быть как практически беззатратными, так и требующими дополнительных затрат (при организации новых точек учета). Эти мероприятия не снижают физически существующих потерь электроэнергии, однако они упорядочивают учет, уточняют исходную информацию, делая более эффективными организационные и технические мероприятия, и в ряде случаев снижают коммерческие потери, приводя к снижению и отчетных потерь.

Основные мероприятия по экономии электроэнергии на промышленных предприятиях и ее возможное значение приведены в табл. 1.1 [1].

Технико–экономические расчеты выполняются в соответствии с «Типовой методикой определения экономической эффективности капитальных вложений» [15].

За основу расчета удобнее принять *срок окупаемости капитальных вложений*:

Т=К/(И1–И2),

где К – капитальные вложения, необходимые для осуществления мероприятии по снижению потерь энергии, руб.; И1 – текущие ежегодные затраты до осуществления мероприятия, руб.; И2 – то же после осуществления мероприятия, руб.; (И1–И2) – ожидаемая экономия ежегодных затрат, получаемая в результате осуществления мероприятия, руб.

Чаще в расчетах пользуются не сроком окупаемости, а *коэффициентом эффективности капитальных вложений* – величиной, обратной сроку окупаемости:

*р* =1/*Т*.

Коэффициент эффективности капитальных вложенийпоказывает долю экономии, полученной в результате осуществления мероприятия на 1 руб. капиталовложений.

Для энергетики принят нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений *р =* 0,12. Если в результате расчета будет получен коэффициент эффективности больше чем *р* = 0,12, то осуществление запланированного мероприятия экономически оправдано, а капиталовложения, использованные для его осуществления, окупаются получаемой экономией ежегодных затрат в сроки окупаемости ниже нормативного срока. Если расчет покажет, что коэффициент эффективности ниже нормативного, то это значит, что необходимые капиталовложения могут окупиться в срок, больше нормативного, и это мероприятие экономически не оправдано.

*Текущие затраты* включают отчисления на амортизацию, расходы на обслуживание и оплату потребляемой электроэнергии.

Расходы на обслуживание и текущий ремонт (*эксплуатационные расходы*)принимаются по данным того предприятия, где намечается проведение мероприятия по снижению потерь.

Осуществление мероприятий по снижению потерь электроэнергии (по экономии электроэнергии) в большинстве случаев не влияет или влияет вне значительной степени на изменение амортизационных отчислений и эксплуатационных расходов. Поэтому коэффициент можно определять исходя из снижения стоимости потребляемой электроэнергии, т.е. исходя из ожидаемой экономии электроэнергии

*р* = (С2–С1)/К,

где С2 – стоимость электроэнергии потребляемой в год на данной технологической операции до осуществления мероприятия по экономии энергии, руб.; С1 – то же после осуществления мероприятия по экономии энергии, руб.;

Таблица 1

**Основные мероприятия по экономии электроэнергии на**

**промышленных предприятиях и ее возможное значение**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| п/п | Объекты и наименования мероприятий | Достигаемая экономия, % |
| 1 | 2 | 3 |
| **Металлообработка** | | |
| 1 | Внедрение скоростного фрезерования, сверления и шлифования | 25–30 |
| 2 | Замена строгания фрезерованием | до 40 |
| 3 | Уменьшение припусков на заготовках металлоконструкций | до 50 |
| 4 | Высадка деталей вместо их обработки на металлорежущих станках | до 50 |
| 5 | Замена подшипников скольжения на подшипники качения | до 12 |
| 6 | Своевременная смазка производственных машин | до 10 |
| 7 | Своевременная замена инструмента на металлорежущих станках | до 30 |
| **Электропечи** | | |
| 1 | Увеличение массы садки | 5–10 |
| 2 | Качественная подготовка шихты | 5–15 |
| 3 | Предварительный подогрев шихты до 600 – 700 °С | 15–20 |
| 4 | Применение оптимальной схемы короткой сети | 1,4–1,5 |
| 5 | Окраска кожуха печи снаружи алюминиевой краской | 2–5 |
| 6 | Уменьшение потерь тепла с отходящими газами | 3–6 |
| 7 | Сокращение простоев печи | 7–8 |
| 8 | Плавка в печах с кислой футеровкой | 15–20 |
| 9 | Применение кислорода | 5–15 |
| 10 | Сокращение периода плавки в печах с основной футеровкой | 80 кВт ч/т |
| 11 | Внедрение автоматического управления передвижением электродов | 8–10 |
| **Электропечи сопротивления** | | |
| 1 | Улучшение тепловой изоляции | 20–25 |
| 2 | Применение предварительного подогрева изделий | 25–40 |
| 3 | Автоматизация управления режимом печей | 10–20 |
| 4 | Сокращение длительности технологически процесса | 5–10 |
| 5 | Применение индукционного нагрева:  а) при частоте 50 – 10000 Гц  б) при частоте свыше 10000Гц | в 2 раза  в 3 раза |
| **Компрессорные установки** | | |
| 1 | Внедрение прямоточных клапанов в поршневых компрессорах | 7–10 |
| 2 | Резонансный наддув поршневых компрессоров | 3–5 |
| 3 | Замена сжатого воздуха при выбивке опок другими энергоносителями | в 15 раз |
| 4 | Замена пескоструйной очистки литья на дробеструйное | в 4 раза |
| 5 | Замена пневмоинструмента электроинструментом | 7–10 |
| 6 | Замена сжатого воздуха вентиляторным дутьем | в 1,5 раз |
| **Насосные установки** | | |
| 1 | Уменьшение сопротивления трубопроводов | 3–7 |
| 2 | Внедрение оборотного водоснабжения | 15–20 |
| **Вентиляционные установки** | | |
| 1 | Применение многоскоростных электродвигателей вместо регулирования шиберами в напорной линии | 20–30 |
| 2 | Регулирование вытяжной вентиляции шиберами на рабочих местах, вместо регулирования на нагнетание | до 10 |
| 3 | Применение «Эконовентов» и других теплообменных аппаратов, использующих низкопотенциальное тепло | до 30 |
| 4 | Блокировка вентиляторов тепловых завес с воротами | до 20 |
| 5 | Блокировка индивидуальных вытяжных систем | до 25 |
| **Осветительные установки** | | |
| 1 | Правильный выбор типа ламп и светильников | 3–25 |
| 2 | Своевременное выключение источников света в светлую часть суток | 10–20 |
| 3 | Своевременная чистка светильников | 10–20 |
| 4 | Поддержание номинального уровня напряжения в осветительной сети | 2–5 |
| **Электросети** | | |
|  | Включение под нагрузку резервных линий электропередачи | в 2 раза |
|  | Установка ограничителей холостого хода рабочих машин | 5–12 |
|  | Замена электродвигателей с нагрузкой до 45 % от номинальной, на электродвигатели меньшей мощности | 3–10 |
| **Электросварочные установки** | | |
|  | Замена ручной сварки на автоматизированную сварку | в 2 раза |
|  | Правильный выбор марки электродов | 8–12 |
|  | Устранение холостого хода сварочных агрегатов. | до 15 |

Уровень денежных потоков, связанных с энергосберегающими мероприятиями, несопоставим с денежными потоками самого производства. Поэтому целесообразно исследовать не абсолютные объемы денежных потоков, а их изменение после проведения всех мероприятий. В анализ включаются только такие денежные потоки, которые изменятся в случае принятия или отклонения рассматриваемого проекта. Этот принцип называется *причинной обусловленностью.* Объектом анализа являются изменения денежных потоков, вызванные внедрением проекта.

*Прирост прибыли* за счет внедрения энергосберегающего мероприятия определяется [4]:

Δ*Р* = Δ*Qpt+*ΔИ*t* ,

где Δ*Qpt* – прирост (изменение) объема реализованной продукции (например, при внедрении мероприятий, приводящих к снижению потерь в электрических или тепловых сетях энергосистем, где электроэнергия и теплота являются ос­новной продукцией); ΔИ*t* – изменение ежегодных издержек (экономия издержек со знаком «+», увеличение со знаком «–»)

ΔИ*t* = ΣЭ*i ∙*Ц*i –* Иам – Иэкс ,

где Э*i ∙*Ц*i*  *–* объем и цена *i*–го сэкономленного энергоресурса; Иам – амортизационные отчисления по внедряемому проекту; Иэкс– издержки, связанные с эксплуатацией проекта

Иам *= N*ам∙K ,

где К *–* капиталовложения в рассматриваемые энергосберегающие мероприя­тия, руб.; *N*ам – норма амортизации, доли ед.