

УДК 629.7.023

Специфика проведения энергетического аудита в системе управления энергетическими затратами промышленного предприятия

А.С. Прохорова

В настоящее время существует задача создания системы управления энергозатратами промышленного предприятия. В данной работе предложена методика энергетического аудита потребления электроэнергии и мощности на предприятии с учетом специфики работы в условиях оптового рынка электроэнергии и мощности (ОРЭМ), которая является одним из важных этапов внедрения и функционирования эффективной системы управления энергозатратами промышленного предприятия.

Ключевые слова: энергоменеджмент; энергоэффективность; энергоаудит; технологические процессы производства; электроэнергия; система управления энергозатратами; энергосбережение.

Эффективное управление энергоресурсами должно стать нормой для каждого предприятия. Работы, проводимые на промышленных предприятиях в части энергосбережения в настоящее время являются недостаточными и не учитывающими специфики реформированного рынка электроэнергии и мощности. В этой связи руководством страны поставлены задачи по ускорению процессов перехода к энергосберегающим технологиям, по проведению мероприятий в области энергетической эффективности. Принят Федеральный закон РФ от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты российской федерации», а также готовятся подзаконные акты, стимулирующие работы в области энергетической эффективности [1].

К настоящему времени отсутствуют комплексные методики, алгоритмы, математические модели и стандарты, учитывающие особенности оптового и розничного рынка электроэнергии и мощности, энергетические обследования предприятия и требования ФЗ-216, а также стандарты в области энергосбережения. В настоящее время существует задача Разработка методической основы для создания полноценной системы энергоменеджмента предприятия.

Эта система должна обеспечить организацию выполнения работ по управлению энергоресурсами предприятия, определяющую ответственность, порядок отчетности и источники финансирования, и показатели энергоэффективности. Построив и наладив работу качественной системы энергоменеджмента, промышленные предприятия получают возможность своевременно проводить наиболее эффективные мероприятия энергосбережения с уверенностью, что вкладываемые средства не будут потрачены зря.

Новые условия рынка электроэнергии и газа в РФ - способ регулирования отношений в сфере оборота энергии, ее цен и условий поставки. Современные правила и требования рынка энергоресурсов затрагивают сферу управления затратами предприятия, промышленную и хозяйственную деятельность. Управлять себестоимостью промышленного производства в таких условиях значительно сложнее. Внедрение **систем управления энергозатратами (СУЭЗ)** - ключевой аспект развития предприятий стремящихся сохранить конкурентоспособность, внутренние ценовые преимущества, рентабельность производства и положение на рынке. [4]

Современный энергорынок обладает значительной спецификой и множеством деталей, сформированных в виде жестких регламентов работы, постановлений Правительства РФ, приказов и распоряжений управляющих органов. Внедрение системы управления энергозатратами повышает дисциплину потребления энергоресурсов, качество планирования потребления энергоресурсов, финансового менеджмента и бюджетирования, увеличивают квалификацию специалистов. В конечном итоге, комплекс мероприятий по внедрению системы управления энергозатратами значительно снижает риски необоснованных потерь финансовых средств.

Внедренная система управления энергозатратами позволяет снизить условно-переменные затраты производства благодаря адаптации предприятия к новым условиям рынка энергоресурсов. Общий потенциал сокращения потерь на российских предприятиях оценивается в 30-40%. Такой высокий процент экономии подразумевает как внедрение

новых менее энергоемких инженерных решений и технологических процессов, так и внедрение механизма сугубо управленческого.

Разработка полноценной системы управления энергозатратами на предприятии требует решения целого ряда задач, основными из которых являются:

- Декомпозиция процесса формирования энергетических затрат на предприятии и описание организационной и функциональной карты процессов цепи формирования энергозатрат на предприятии.
- Разработка методики и математической модели оценки удельных нормативов потребления э/э и мощности, расчета диспетчерских показателей эффективности планирования и фактического потребления э/э и мощности.
- Разработка методики и математической модели оценки натуральных и экономических показателей энергетической эффективности производственных процессов с учетом специфики работы промышленных предприятий в условиях современного оптового рынка электроэнергии и мощности (ОРЭМ).
- Создание методики энергетического аудита потребления э/э и мощности на предприятии с учетом специфики работы в условиях ОРЭМ, а также математической модели потребления э/э и мощности отдельных энергопринимающих устройств.
- Разработка методики и математической модели оценки энергетических рисков и требований к управлению энергетическими рисками, а также статистического регулирования процесса потребления электроэнергии и мощности на промышленном предприятии.
- Разработка комплекса нормативной документации по управлению энергетическими затратами на предприятии, а также представлен перечень внутренних стандартов по управлению энергетическими затратами, на основе целевого и системного подхода к формированию уровней показателей энергетической эффективности
- Разработка рекомендаций по улучшению деятельности и проведению корректирующих мероприятий в области управления энергетическими затратами.

Внедрение на промышленных предприятиях системы управления энергетическими затратами (СУЭЗ) позволит комплексно решать задачи энергетического сбережения и управления энергозатратами, сформировав комплексный подход к решению задачи

повышения энергетической эффективности и роста конкурентоспособности. Внедрение носит поэтапный характер (рисунок 1).

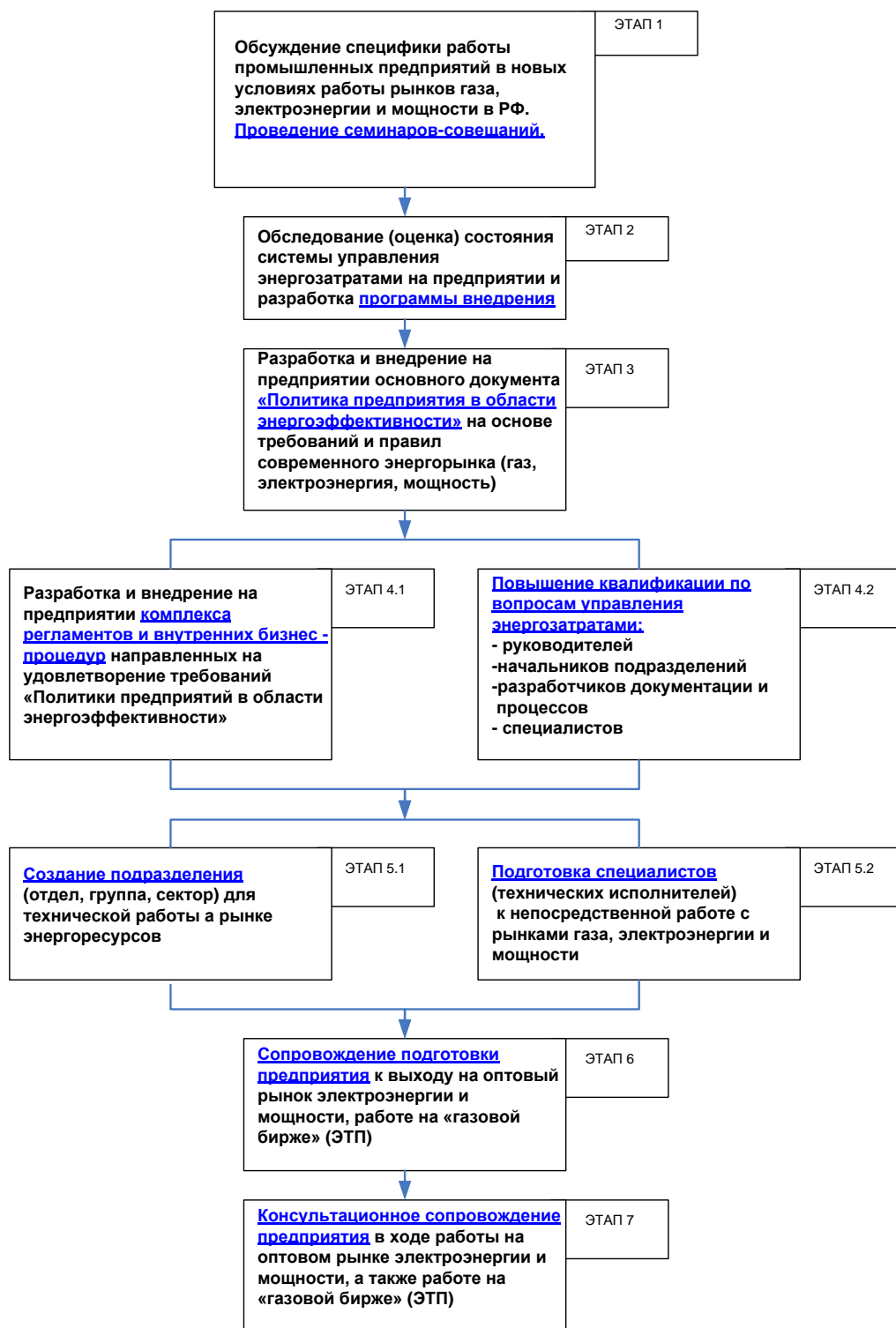


Рисунок 1. – Последовательность внедрения системы управления энергозатратами на промышленном предприятии

Как видно из рисунка 1 вторым этапом внедрения системы управления энергозатратами является развернутый энергоаудит. Он предполагает комплексное обследование промышленного предприятия для оценки фактического состояния планирования потребления энергоресурсов, учета расходов электроэнергии и газа, описания бизнес-процессов планирования расхода энергоресурсов, планирования производства, финансового планирования затрат, технико-экономического обоснования проектов и программ выпуска продукции на соответствие современным требованиям и регламентам новых рынков электроэнергии и газа. Проводиться специалистами предприятия в сотрудничестве с внешними консультантами и организациями проводящими технический (инженерный) энергоаудит. Этап заканчивается разработкой программы мероприятий по внедрению системы управления энергозатратами для конкретного предприятия. При этом специфика его проведения в новых условиях энергорынка должно иметь ряд дополнительных новшеств по сравнению со стандартными методиками. В предлагаемой работе сделана попытка решить данную задачу.

Любое энергетическое обследование начинается с изучения основных характеристик объекта, таких как производственно-технологическая структура, особенности энергетических систем, специфика технологических процессов. После этого происходит сбор исходной информации о составе и состоянии энергетического оборудования, режимы работы технологических производств, нормативов использования э/э и мощности на единицу нормирования, оценка непроизведенных энергозатрат, энергетических рисков и потерь. На следующем этапе производится приборное обследование объекта. Осуществляется программа измерений, по статистической обработке результатов которой, формируется энергетический бюджет потребления единиц энергопринимающего оборудования для различных режимов нагрузки и производственной программы. Результаты энергетического обследования ложатся в основу системы управления энергетическими затратами как в натуральном, так и в стоимостном выражении, а также составляется энергетический паспорт предприятия.

Осуществлять энергетические обследования, результатом которого будет составление энергетического паспорта, могут юридические лица, индивидуальные предприниматели и физические лица, соответствующие квалификационным требованиям и являющиеся членами саморегулируемой организации в области энергетического обследования. Энергетическое обследование проводится комплексно по всем видам потребляемых топливно-

энергетических ресурсов. Однако в рамках настоящей работы рассматриваются аспекты аудита затрат на э/э и мощность.

Энергоаудит различается по периодичности его проведения (первичный, очередной, предэксплуатационный, внеочередной) и объемам проведения работ (экспресс-аудит, комплексное обследование, полное инструментальное обследование, обследование технологических процессов).

Целью энергоаудита является проверка эффективности использования предприятием энергетических ресурсов и разработка технических и организационных мероприятий по ее повышению на основе непрерывного мониторинга планового и фактического потребления э/э и мощности. Обследование энергетического хозяйства промышленного объекта - это действия по сбору информации, которая отражает количественную и качественную характеристику функционирования системы электроснабжения, электрооборудования и эффективное (связанное с непосредственным производством) использование электроэнергии. Конечной целью любых мероприятий направленных на рост энергетической эффективности является снижение платы за электроэнергию за счет мероприятий по регулированию режимов электропотребления и покупки э/э и мощности на ОРЭМ.

- определение потребления э/э и мощности отдельными единицами оборудования на разных режимах его загрузки;
- определение наиболее экономичных режимов электропотребления отдельных потребителей электроэнергии и предприятия в целом;
- выявление потребителей-регуляторов мощности;
- получение информации о возможности преобразования суточного графика нагрузки промышленного предприятия;
- определение потребителей объекта в электроэнергии и мощности на перспективу;
- обоснование рациональных схем электроснабжения.

К информации, необходимой при проведении анализа эффективности режима электропотребления относится:

- общие сведения о промышленном предприятии;
- проектные и эксплуатационные данные о системе электроснабжения;
- сведения о режиме работы промышленного предприятия;
- схему электроснабжения промышленного предприятия;
- типы, места установки основного электрооборудования и их технические характеристики.

- сведения о режиме электропотребления отдельных потребителей, предприятия в целом и субаббонентов;
- количество перерывов в электроснабжении по причине ограничения нагрузки и их длительность;
- удельные расходы электроэнергии по отдельным технологическим процессам и потребителям;
- статистическую отчетность по электрохозяйству промышленного предприятия.
- сведения о технологии, технических характеристиках оборудования и режиме их работы;
- сведения о технологических транспортных потоках промышленного предприятия;
- сведения о промежуточных емкостях технологических процессов;
- сведения о системе вентиляции;
- сведения о системе водоснабжения и канализации.
- сведения о системе получения сжатого воздуха

Источниками информации при обследовании электрохозяйства промышленного предприятия являются:

- показания приборов учета;
- паспорт промышленного предприятия и его оборудования и технологических процессов;
- прямые замеры электрическими клещами объемов потребления э/э и мощности отдельных потребителей, производственных участков, цепей оборудования в единой технологической цепи производства, цеха и промышленного предприятия в целом.
- формы статистической отчетности;
- опросы персонала.

Энергоаудит следует разделить на два этапа: предварительный и основной. Предварительный этап служит для составления программы энергоаудита. На этом этапе определяются основные характеристики обследуемого предприятия: общие сведения о предприятии; организационная структура; состав основных зданий; перечень выпускаемой продукции, промежуточных изделий, заготовок и сборочных единиц; состав потребляемых энергоресурсов; оценка источника покупки э/э и мощности; цены (тарифы) на э/э и мощность; установленные мощности энергопринимающего оборудования; основные потребители; наличие приборов учета э/э и мощности и т.д.

В сборе информации на предварительном этапе участвуют как обследующая организация, так и обследуемое предприятие. Вся информация, полученная в результате обследования, фиксируется в типовых формах.

На предварительном этапе по энергоиспользованию необходимо выделить наиболее энергоемкие подразделения, технологические циклы и места наиболее вероятных потерь энергоресурсов.

В конце предварительного этапа составляется программа основного этапа энергоаудита, которая согласовывается с руководством предприятия и подписывается двумя сторонами. При составлении программы учитывается мнение обследуемого предприятия о порядке и приоритетности проведения работ на различных объектах.

На всем протяжении энергоаудита должен производиться сбор информации в соответствии с разработанной программой.

Источниками информации являются:

- беседы и анкетирование руководства и технического персонала;
- схемы энергосбережения и учета энергоресурсов;
- отчетная документация по коммерческому и техническому учету энергоресурсов;
- счета от поставщиков энергоресурсов (счета на ОРЭМ или РРЭМ);
- суточные, недельные и месячные графики нагрузки;
- данные по объему произведенной продукции;
- техническая документация на технологическое и вспомогательное оборудование (технологические схемы, спецификации, режимные карты, регламенты и т.д.);
- отчетная документация по ремонтным, наладочным, испытательным и энергосберегающим мероприятиям;
- перспективные программы, ТЭО, проектная документация на технологические или организационные усовершенствования, планы развития предприятия.

Предприятие должно предоставить энергоаудиторам всю имеющуюся документальную информацию не менее чем за 24 последних месяца. При этом оно отвечает за достоверность предоставленной информации. Так как данная работа, посвящена исследованию и созданию системы управления энергозатратами, связанными с потреблением э/э, поэтому в

дальнейшем описываются все необходимые шаги для получения информации о потребляемом уровне э/э каждой производственной единицей на данном предприятии.

Инструментальное обследование проводится для восполнения информации, недостающей для оценки эффективности энергоиспользования, или при возникновении сомнения в достоверности предоставленной информации.

Для проведения инструментального обследования должны применяться стационарные или переносные специализированные приборы.

При проведении измерений следует максимально использовать существующие на предприятии системы учета э/э и мощности. При инструментальном обследовании предприятие делится на системы или объекты, которые подлежат комплексному исследованию.

Для проведения энергоаудита на промышленном предприятии и измерений уровней потребляемой э/э следует использовать специальные электроизмерительные приборы:

1. Трехфазные счетчики активной энергии
2. Портативные электроанализаторы

Например, для этих целей сертифицирован переносной электроизмерительный прибор Энергомонитор 3.3. Он позволяет провести регистрацию электроэнергетических величин и показателей качества электроэнергии по ГОСТ 13109-97 за интервал времени до 7 суток с последующей обработкой накопленных данных на ПЭВМ. Программное обеспечение позволяет создавать отчеты по установленным формам с указанием отклонений измеренных показателей от установок.

Организациям, проводящим энергоаудит промышленных предприятий, рекомендуется оптимальный вариант комплектации: прибор Энергомонитор 3.3 - с двумя типами токоизмерительных клещей $I_{ном.}=10A$ и $I_{ном.}=1000A$, что позволяет проводить измерения на широком диапазоне токов от 100мА до 1000А.

Также рекомендуется установить на каждой производственной единице (станок, линия, конвейер) отдельный счетчик (однофазный, трехфазный в зависимости от оборудования), регистрации э/э. Схема подключения трехфазного анализатора параметров электропотребления AR.4M (микропроцессорного анализатора параметров одно- и трехфазных электрических сетей, для измерения, регистрации и анализа тока, напряжения, частоты, активной мощности, реактивной энергии, $\cos \phi$, гармоник тока и напряжения) приведена на рисунке №2.

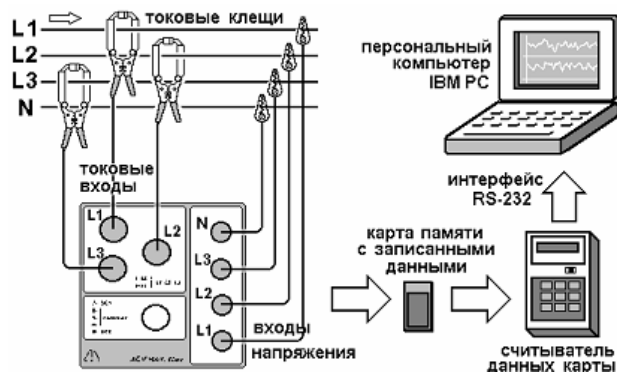


Рисунок 2 - Схема подключения трехфазного анализатора параметров электропотребления AR.4M

В качестве дополнения можно добавить, что в некоторых случаях следует использовать метод проверочного теста, который основан на наблюдении за изменением УРОВНЯ энергопотребления после выключения приборов. В сети, где несколько пользователей энергии подключены к одному счётчику, этот приём используется для нахождения количества энергии, используемой одним или группой потребителей.

Если несколько энергопотребителей запитаны от одного измеряемого источника, индивидуальное потребление энергии каждым из потребителей может измеряться путём включения и выключения различных нагрузок и последующим наблюдением за изменением величины энергопотребления.

Рассмотрим как проверочный тест используется для выявления величины энергопотребления одной из двух установок, присоединённых к одному электросчётчику (см. рисунок № 3). В этом примере МГНОВЕННОЕ потребление электроэнергии рассчитывается путём определения частоты оборотов вращающегося диска в электросчётчике.

Для получения точных результатов проверочных тестов необходимо быть уверенным в том, что энергопотребление тестируемого оборудования находится на нормальном уровне и не изменяется в течение периода тестирования, например, автоматическими системами управления.

Аналогично может быть исследовано электроснабжение производственного оборудования и освещения. Когда производственный процесс останавливается (например, во время обеда или в конце рабочего дня), освещение на несколько минут остаётся включённым. При условии, что выключено всё оборудование производственного

помещения, привязанное к одному счётчику, то возможно определить количество электроэнергии, потребляемой освещением.

Разрабатываемая методика обследования промышленного предприятия должна быть универсальной и использоваться для различных заводов и производственных технологий. В данной работе подробно представлена методика для машиностроительного предприятия. Все машиностроительные предприятия подразделяются на два основных класса:

- a. с полным технологическим циклом производства (имеющие собственную металлургическую базу и литейное производство);
- b. с неполным технологическим циклом, в том числе: не имеющие металлургической базы, но имеющие литейное производство; не имеющие ни металлургической базы, ни литейного производства.

Основные цеха машиностроительных предприятий - литейные, термические, механической обработки, прессовые, сварочные, сборочные, инструментальные и другие. В зависимости от отрасли машиностроения и профиля предприятия ряд из указанных выше цехов может отсутствовать, также могут быть и другие цеха.

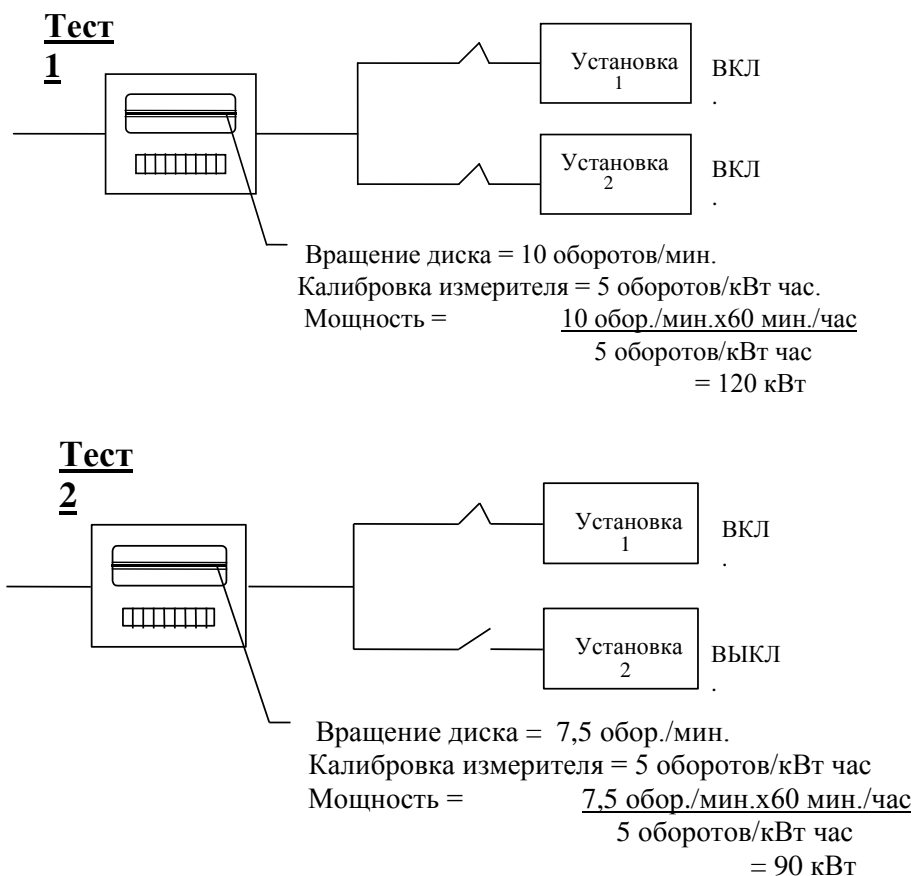


Рисунок 3 - Тестирование для выявления величины энергопотребления.

Вывод

Установка 1, Средняя нагрузка = 90 кВт

Установка 2, Средняя нагрузка = 30 кВт

Измерение энергии и энергопотоков следует проводить последовательно, начиная с простейшей производственной единицы. Методически выбирается следующая последовательность:

1. Технологическое оборудование:

- a) Станки и обрабатывающие центры;
- b) Электросварочное оборудование;
- c) Печи;
- d) Электрохимическое и электрофизическое оборудование;
- e) Пресса;
- f) Прочие производственные единицы.

2. Технологические участки и линии

- a) Металлообрабатывающие центры;
- b) Участок химической и электрохимической обработки;
- c) Сборочные участки;
- d) Покрасочные участки;
- e) Конвейеры;
- f) Прочее.

3. Технологические процессы производства

- a) Заготовок;
- b) Деталей;
- c) Узлов, сборочных единиц и агрегатов.

4. Цеха

- a) Цех литейный,
- b) Цех термический,
- c) Цех механической обработки,
- d) Цех прессовой,
- e) Цех сварочный,
- f) Цех сборочный,
- g) Цех инструментальный.

5. Непрямые производственные затраты

- a) Компрессор;

- b) Освещение;
- c) Электрокары;
- d) Потери в трансформаторах;
- e) Несанкционированные отборы э/э.

Таблица № 1 - Энергетической карта процесса изготовления.

Наименование Станка(оборудования) (Обрабатывающего центра и т.д.)				
Деталь	Режим работы	Мощность, кВт	Время работы на режиме, мин	Примечания
Заготовка №Х	№1			
	№2			
	№3			
	№4			

Технологическое оборудование:

Станки и обрабатывающие центры обследуются на различных режимах и в различное время суток. При этом для каждого вида технологического оборудования (печь, станок и т.д.) заполняется таблица, в которую заносятся энергетические параметры всех возможных режимов изготовления детали (заготовки) для всей продукции, изготавливаемой с помощью

обследуемого оборудования. Измерение потребляемой энергии, а также длительность работы на выбранном режиме для выбранной детали (заготовки), должно выполняться 3-5 раз. На основании полученных данных выводятся средне ожидаемые значения длительности и мощности потребляемой э/э на данном режиме обработки обследуемой заготовки. Таким образом, для всего технологического оборудования должна быть получена карта потребления э/э (таблица № 1.), которая станет основой для создания энергетической карты процесса изготовления того или иного конечного продукта.

Технологические участки

В зависимости от вида производства в тех. процессе на одном и том же участке в некоторых случаях обрабатываются несколько деталей параллельно (на участке несколько одинаковых станков) или одновременно изготавливаются детали и заготовки разного назначения.

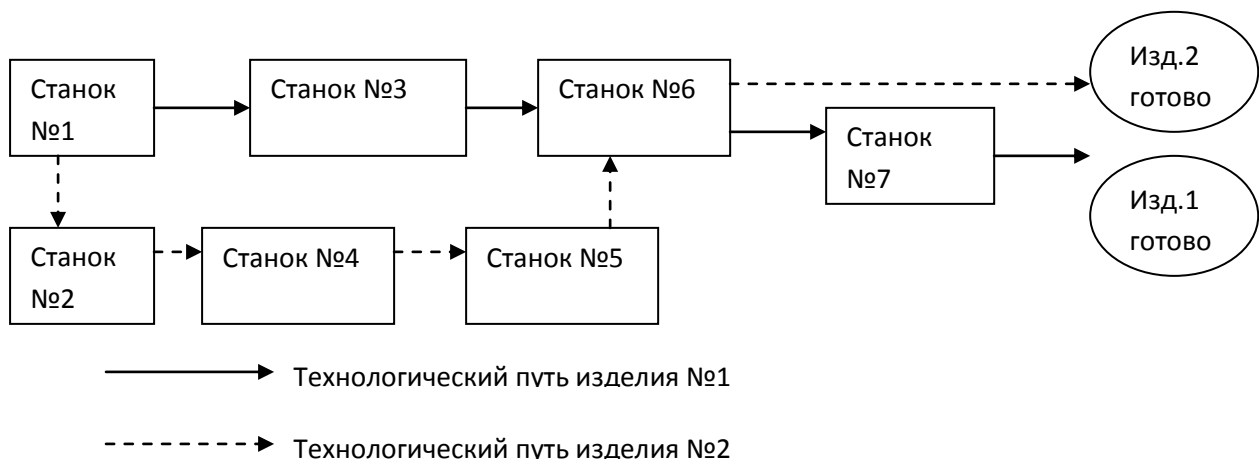


Рисунок 4 - Технологический путь деталей на участке металлообработки.

На рисунке №4. представлена схема технологического пути двух изделий.

Изделие №1 проходит следующий путь:

Станок №1 (5мин.)

Станок №2 (10мин.)

Станок №4 (12мин.)

Станок №5 (20мин.)

Станок №6 (5мин.)

Изделие №2 проходит следующий путь:

Станок №1 (10мин.)

Станок№3 (8мин.)

Станок№6 (15мин.)

Станок№7 (14мин.)

При этом на каждый станок одновременно могут подаваться заготовки, как изделия№1, так и изделия№2. В таком случае сначала необходимо иметь на энергетическую карту каждого изделия. В течение заданного периода времени (1час, например) следует провести замеры на общем счетчике участка (вход и выход) каждые пять минут. При этом можно будет получить осредненную величину потребляемой энергии ($P_{\Sigma m}$) на данном участке при условии выполнения плана выпуска одновременно двух изделий. Также в случае необходимости сравнить полученные данные с энергетическими картами изделий, предварительно оценив количество полной энергии, которое потребуется для изготовления n Изделий №1 и m Изделий №2. Аналогичную процедуру необходимо провести для всех возможных изделий (в различных сочетаниях) и на всех возможных тех. участках, таких как металлообрабатывающие центры; участок химической и электрохимической обработки; сборочный участок; покрасочный участок.

Аналогичная процедура проводится и для конвейерной линии, производственный процесс на которой сопровождается различными тех.операциями (закручивание крепежа, опрессовка, сварка и т.д.). Поэтому э/э потребляется самой линией плюс все оборудование, которое размещается на ней. При этом сначала замеры делаются на каждой технологической единице конвейерной линии на всех режимах (например, электрическая отвертка) с учетом всей номенклатуры производимой продукции. Затем уже в течении выбранного периода времени делаются замеры общей потребляемой конвейером электроэнергии и мощности с определенным интервалом (3-5 минут).

Технологические процессы производства:

Для обследования технологических процессов изготовления различных деталей и заготовок следует использовать их технологические карты. При этом в соответствии со всеми возможными маршрутными путями могут быть получены различные энергетические карты изготовления детали. Это связано с тем, что одна и та же операция (например, фрезеровка) может быть выполнена на различных станках и производственных центрах. В результате учета времени и потребной мощности э/э можно получить распределение потребления э/э по времени.

В результате замеров времени проведения каждой операции, и мощности потребляемой в ходе ее выполнения э/э (причем каждый замер делается 3-5раз), получается энергетическая карта изделия, которая графически выглядит соответственно рисунку № 5.

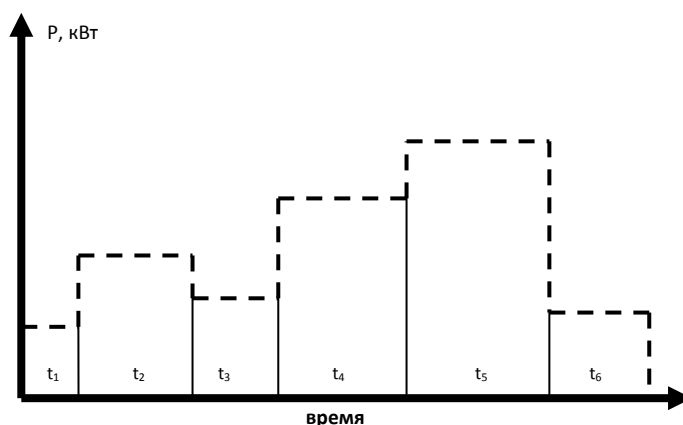


Рисунок 5 – Диаграмма потребления мощности по периодам включения оборудования.

Планирование потребления э/э на сутки вперед (для подачи заявок на РСВ)

Имея в наличии результаты энергоаудита, результаты которого должны уточняться как минимум 1 раз в полгода, а также план производственного процесса на день вперед, возможно спрогнозировать уровень потребления э/э на день вперед. Схема получения усредненного по времени потребления э/э представлена на схеме (см. рисунок № 8).

Для составления энергетического плана потребления э/э и мощности промышленным предприятием по времени (на период 24 часа) на день вперед необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. Получить производственный план на завтра.
2. Выполнить распределение рабочих процессов по цехам и технологическим участкам. Это действие выполняется с учетом распределения технологических операций по времени (на период 24 часа).
3. На основе распределения технологических операций по технологическим участкам и станкам составляется карта загрузки оборудования по времени.
4. Полученные карты загрузки оборудования сводятся в единую карту загрузки оборудования всего предприятия.
5. На основе норм потребления составляется энергетическая карта потребления э/э на сутки вперед.

6. На основе энергетической карты получается почасовой план потребления предприятием э/э на сутки вперед (см. рисунок № 9).

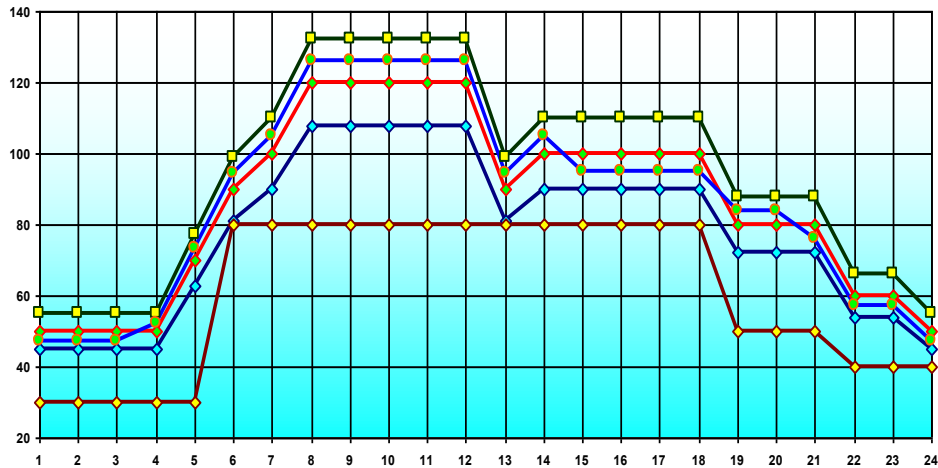


Рисунок № 9 – Профиль потребления э/э и мощности на сутки вперед.

Профиль потребления э/э и мощности формируется на основе комплексной оценки каждого из процессов производства, аналогично схеме представленной на рисунках № 10-12

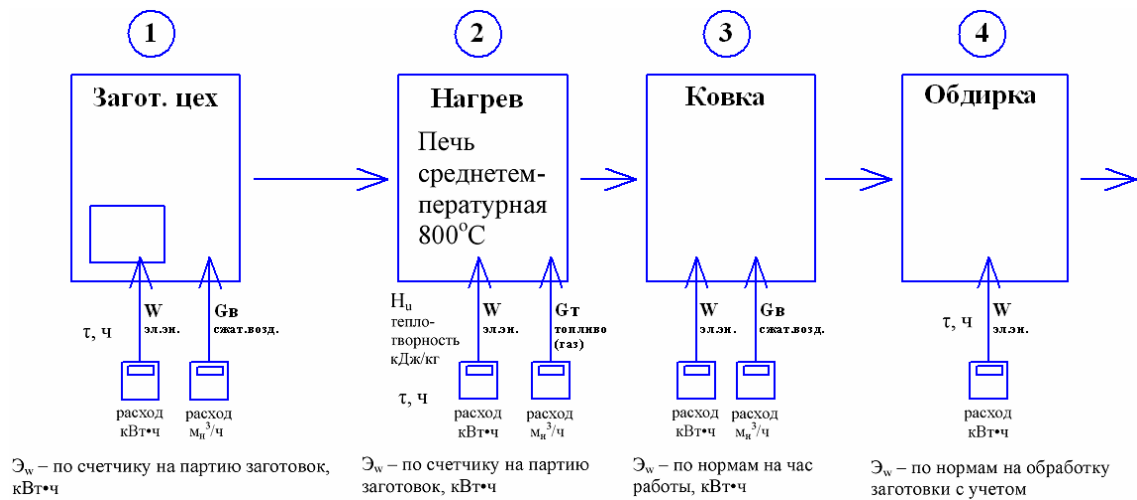


Рисунок № 10 – Схема технологического процесса изготовления детали (этапы производства 1-4).

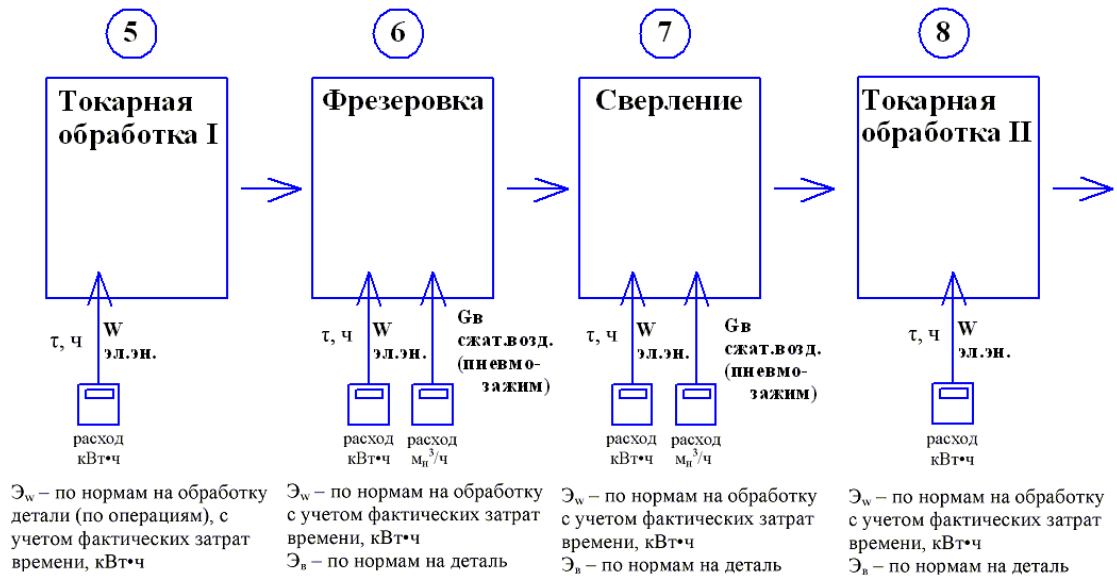


Рисунок № 11 – Схема технологического процесса изготовления детали (этапы производства 5-8).

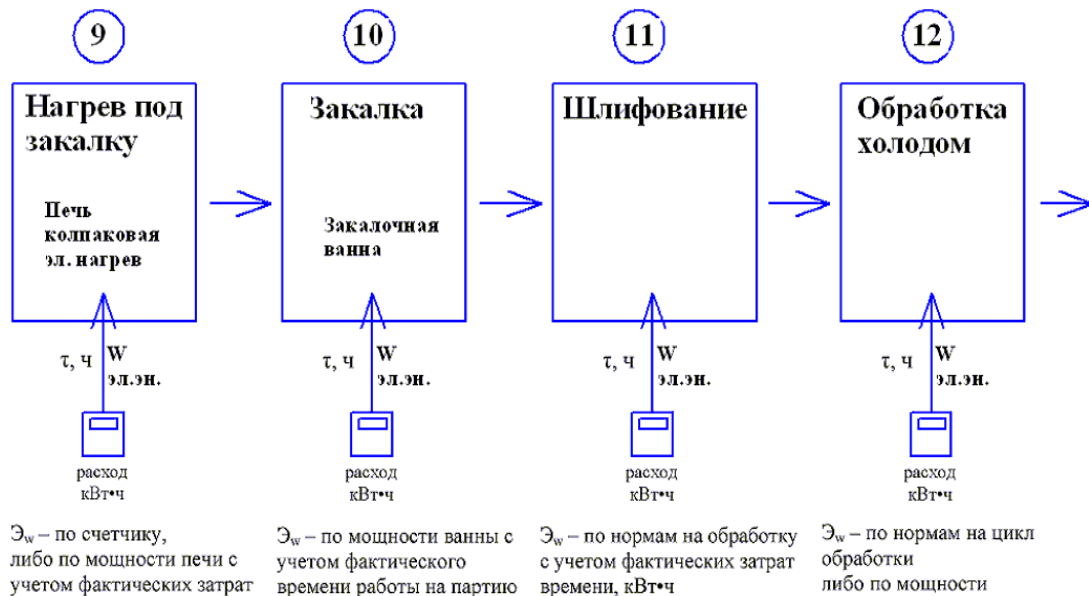


Рисунок № 12 – Схема технологического процесса изготовления детали (этапы производства 9-12).

Таким образом, в работе предложена методика энергетического аудита потребления э/э и мощности на предприятии с учетом специфики работы в условиях ОРЭМ, которая является одним из важных этапов внедрения и функционирования эффективной системы управления энергозатратами промышленного предприятия.

Список литературы

1. Федеральный закон РФ от 23.11.2009 №261-93. Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ
2. Правила функционирования розничных рынков электрической энергии в переходный период реформирования электроэнергетики. Утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации от 31 августа 2006 г. N 530.
3. Правила функционирования оптового рынка электрической энергии в переходный период реформирования электроэнергетики. Утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации от 31 августа 2006 г. N 529.
4. В.В. Бирюк, Г.В. Мятишкин, Д.А. Угланов / Разработка системы нормативных показателей энергопотребления для повышения качества планирования и управления энергетическими затратами на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях. Материалы 7-ой Международной научно-технической конференции «Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве» М.- 2008. - с. 45-54.

Сведения об авторе:

Прохорова Анастасия Сергеевна, студент Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева (Национального исследовательского университета).

Московское шоссе, 32-510, Самара, 443000;

тел.: 89198031881; e-mail: prokhorova_anastasiya@mail.ru