

**Министерство энергетики Российской Федерации**  
Департамент угольной и торфяной промышленности  
Департамент энергоэффективности, модернизации и развития ТЭК

**Методика**  
**проведения энергетических обследований (энергоаудита)**  
**предприятий и организаций угольной отрасли**

Одобрена на заседании координационного совета Минэнерго России по энергосбережению  
и повышению энергоэффективности в угольной промышленности  
(протокол от 29.05.2012 № 6)

Москва 2011 г.

Настоящая Методика проведения энергетических обследований (энергоаудита) предприятий и организаций угольной отрасли (далее Методика) разработана ННЦ ГП «Институт горного дела им. А.А.Скочинского, ГОУ ВПО Московский государственный горный университет, ООО «Экономические программы» с участием специалистов Минэнерго России, ряда организаций, ведущих работы по энергетическому обследованию.

Целью Методики является методическое обеспечение проведения энергетических обследований предприятий и организаций угольной отрасли с учетом специфических горных, технологических и эксплуатационных условий для повышения эффективности использования ТЭР.

Методика предназначена:

- для энергоаудиторов, членов СРО, ведущих энергетические обследования предприятий и организаций угольной отрасли;
- для предприятий и организаций угольной отрасли – потребителей энергетических ресурсов при организации и контроле проведения энергетических обследований;
- для специалистов Минэнерго РФ при реализации полномочий органов государственной власти и государственного регулирования в области энергосбережения и энергоэффективности.

Методикой может руководствоваться широкий круг специалистов, занимающихся вопросами энергосбережения, повышения энергоэффективности.

Разработчиками Методики являются: А.В. Ляхомский (МГГУ), И.Л. Гельфанд (ННЦ ГП «ИГД») – руководители разработки; И.Ф. Жариков, А.В. Джигрин, А.И. Шестаков, Е.А. Этингф, С.А. Сушенкова, А.Ю. Горлов (ННЦ ГП «ИГД»); В.Н. Фашиленко, Л.А. Плащанский, Е.Н. Перфильева, С.Н. Решетняк, Н.Б. Дьячков (МГГУ); Б.И. Линев (ФГУП «ИОТТ»); Г.Г. Колотухин, В.К. Теникин (ООО «Экономические программы»); Д.Г. Закиров (УРАН Горный Институт «УрО РАН»); Ю.Ю. Ярцев (ОАО «НЭСКО»); А.В. Малиновский (ООО «Артус Групп»).

	Стр.
<b>Введение</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Требования к энергоаудиторам и предприятиям, подлежащим обязательному энергетическому обследованию</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Термины и определения</b> .....	<b>8</b>
2.1. Общие ссылки .....	8
2.2. Термины и определения .....	8
<b>3. Цели и задачи энергетического обследования</b> .....	<b>10</b>
<b>4. Общая характеристика объектов энергетического обследования</b> .....	<b>11</b>
<b>5. Общая методология проведения энергоаудита</b> .....	<b>11</b>
<b>6. Первый этап. Оценка и анализ энергопотребления и затрат</b> .....	<b>13</b>
6.1. Цель первого этапа .....	13
6.2. Оценка и анализ энергопотребления .....	13
<b>7. Второй этап энергоаудита. Инструментальное обследование, оценка и анализ энергетических потоков</b> .....	<b>20</b>
7.1. Цели второго этапа .....	20
7.2. Инструментальное обследование энергетических потоков .....	20
7.2.1. Электропотребление .....	20
7.2.1.1. Измерительная аппаратура .....	21
7.2.1.2. Методика измерений .....	21
7.2.2. Теплопотребление .....	22
7.2.2.1. Измерительная аппаратура .....	22
7.2.2.2. Методика измерений .....	22
7.2.3. Системы водопотребления .....	24
7.2.3.1. Измерительная аппаратура .....	25
7.2.3.2. Методика измерений .....	25
7.2.4. Тепловизионное обследование .....	25
7.2.4.1. Измерительная аппаратура .....	26
7.2.4.2. Методика измерений .....	27
7.3. Анализ системы учета расхода энергии и топлива .....	27
7.4. Оценка и анализ энергетических потоков .....	28
7.5. Анализ системы нормирования и отчетности об использовании ТЭР .....	31
<b>8. Третий этап энергоаудита. Критический анализ энергетических потоков</b> .....	<b>34</b>

<b>9. Четвертый этап энергоаудита. Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности</b> .....	<b>36</b>
9.1. Общие сведения .....	36
9.2. Разработка мероприятий по повышению эффективности систем электроснабжения и электропотребления.....	37
9.3. Разработка мероприятий по повышению эффективности использования теплоэнергии .....	43
9.4. Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности систем вентиляции .....	46
9.5. Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности в системе потребления моторного топлива.....	47
9.6. Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности систем водопотребления и водоотведения.....	47
<b>10. Пятый этап энергоаудита. Техничко-экономическая оценка мероприятий по повышению энергоэффективности</b> .....	<b>48</b>
<b>11. Шестой этап энергоаудита. Оформление отчета по результатам энергетических обследований. Составление энергетического паспорта потребления энергоресурсов</b> .....	<b>55</b>
11.1. Рекомендации по оформлению отчета по результатам энергетического обследования .....	55
11.2. Структура энергетического паспорта.....	56
11.3. Указания по заполнению форм энергетического паспорта.....	61
<b>Заключение</b> .....	<b>67</b>
Приложение А. Типовая программа проведения энергетических обследований с целью повышения энергоэффективности производства предприятий угольной отрасли.....	68

## Введение

Законодательной и исполнительной властями Российской Федерации приняты ряд нормативно-законодательных актов, направленных на повышение энергетической эффективности. В числе мероприятий по повышению энергетической эффективности, определенных ФЗ 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» первостепенное значение имеют:

- проведение добровольных и обязательных энергетических обследований предприятий, организаций и учреждений;
- разработка мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности;
- разработка и внедрение систем энергетического менеджмента.

Как показывает анализ проведенных энергетических обследований, предприятия угольной промышленности имеют значительный выявленный потенциал энергосбережения основных видов энергетических ресурсов:

- по электроэнергии – до 7-15%;
- по теплоэнергии – до 10-19%;
- по котельно-печному топливу – до 15-18%;
- по моторному топливу – до 1,5 – 5%.

В этой связи особо актуальной является проблема повышения энергетической эффективности угольной отрасли.

Настоящая Методика определяет общий подход, методологию проведения энергетических обследований на предприятиях угольной отрасли, регламентирует последовательность подготовки, осуществления и оформления результатов энергетических обследований предприятий и организаций с целью определения уровня эффективности использования ими ТЭР, разработки энергетического паспорта, установления резервов экономии энергоресурсов и выработки экономически обоснованных мер по снижению затрат на потребляемые ТЭР.

Настоящая Методика предназначена для организаций, субъектов предпринимательской деятельности, независимо от форм собственности, осуществляющих деятельность в области проведения энергетических обследований и повышения энергоэффективности предприятий и организаций угольной отрасли, а также для специалистов организаций – потребителей энергоресурсов для обеспечения результативности энергоаудита. Вместе с этим Методикой может руководствоваться широкий круг специалистов, занимающихся вопросами повышения энергоэффективности.

Методика разработана в соответствии с требованиями Федерального Закона от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», Федерального закона от 01 декабря 2007 г. №315-ФЗ «О саморегулируемых организациях»; Постановлений Правительства РФ от 31 декабря 2009 г. №1221 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности товаров, работ, услуг, размещение заказов на которые осуществляется для государственных или муниципальных нужд»; от 31 декабря 2009 г. № 1225 «О требованиях к региональным и муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности»; Указа Президента РФ «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» от 04 июня 2008 г.; Положения государственной программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года», а также Приказов Министерства энергетики Российской Федерации: №182 от 19.04.2010 «Об утверждении требований к энергетическому паспорту по результатам обязательного энергетического обследования, и энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации, и правил направления копии энергетического паспорта, составленного по результатам обязательного энергетического обследования»; №283 от 22.06.2010 «Об утверждении Административного регламента исполнения Министерством энергетики Российской Федерации государственной функции по ведению государственного реестра саморегулируемых организаций в области энергетического обследования».

Министерство энергетики Российской Федерации осуществляет функции: по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности; по вопросам проведения энергетических обследований, информационного обеспечения мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, учета используемых энергетических ресурсов. МЭ наделено полномочиями для осуществления государственного контроля в сфере проведения энергетических обследований.

Координация работ по проведению энергетических обследований предприятий и объектов угольной промышленности возложена на координационный совет Минэнерго России по энергосбережению и повышению энергоэффективности в угольной промышленности (КСУЭ).

## **1. Требования к энергоаудиторам и предприятиям, подлежащим обязательному энергетическому обследованию**

Обязательные требования к энергоаудиторским организациям, проводящим энергетические обследования:

- юридическое лицо, индивидуальный предприниматель или физическое лицо (субъекты профессиональной деятельности), проводящие энергетические обследования должны быть членами саморегулируемых организаций, зарегистрированных в установленном порядке на территории Российской Федерации;

- юридическое лицо должно иметь в штате не менее чем четырех работников, заключивших с ним трудовой договор, получивших знания в области деятельности по проведению энергетических обследований в соответствии с образовательными программами высшего профессионального образования или программ профессиональной переподготовки специалистов в области по проведению энергетических обследований;

- индивидуальный предприниматель должен обладать знаниями в указанной области и (или) наличия знаний в указанной области не менее чем у одного физического лица, заключившего с таким индивидуальным предпринимателем трудовой или гражданско-правовой договор. Индивидуальный предприниматель и (или) лицо, заключившее с ним трудовой или гражданско-правовой договор, должен иметь образование в области деятельности по проведению энергетических обследований в соответствии с образовательными программами высшего профессионального образования или программ профессиональной переподготовки специалистов в области по проведению энергетических обследований;

- физическое лицо должно обладать знаниями в указанной области и пройти повышение квалификации в образовательных центрах в соответствии с учебной программой «Проведение энергетических обследований с целью повышения энергетической эффективности и энергосбережения».

При проведении энергетических обследований на предприятиях угольной отрасли, относящихся к опасным по газу и пыли, энергоаудиторы должны иметь соответствующую квалификацию, позволяющую им проводить работы на горных предприятиях, в подземных выработках.

Инструментальные обследования в этих условиях должны производиться с применением приборов соответствующего исполнения. Допуск к работам утверждает главный инженер предприятия.

Предприятия и объекты, подлежащие обязательному энергетическому обследованию, обязаны оказывать содействие при проведении энергетического обследования, а именно:

- обеспечить доступ персонала энергоаудиторской организации, проводящей обследование, к обследуемым объектам;
- предоставить собственный персонал для сопровождения и оперативной работы в электроустановках, помощи в проведении обследования;
- устанавливать режимы работы оборудования, необходимые для проведения измерений, если это не противоречит требованиям технологии и безопасности;
- предоставлять необходимую информацию для проведения энергетического обследования.

## **2. Термины и определения**

### **2.1. Общие ссылки**

В Методике употребляются следующие термины, отражающие степень выполнения требований (решений) Методики:

1 Термины «должно», «необходимо», «следует» означают, что выполнение требований (решений) Методики обязательно.

2 Термин «как правило» в сочетании с терминами по п. 1 означает, что данное решение является лучшим и поэтому должно применяться в большинстве случаев.

3 Термин «рекомендуется» означает, что данное требование (решение) является одним из лучших, но не обязательным.

4 Термин «допускается» означает, что данное требование (решение) является удовлетворительным, а в ряде случаев — вынужденным.

### **2.2. Термины и определения**

1. Анализ информации по энергопотреблению - определение показателей энергетической эффективности и резервов энергосбережения на основе собранной документальной информации и инструментальных данных обследования.

2. Вторичный энергетический ресурс (ВЭР) - энергетический ресурс, получаемый в виде побочного продукта основного производства или являющийся таким продуктом.

3. Инструментальное обследование - измерение и регистрация характеристик режимов работы и энергопотребления энергетических установок предприятий, при помощи стационарных или переносных измерительных и регистрационных приборов.

4. Норматив расхода энергии (топлива) – научно и технически обоснованная составляющая норма расхода энергии (топлива), устанавливаемая в нормативной и регламентной документации на конкретное изделие, услугу и характеризующая предельные значения (как правило, меньшие) потребления энергии (топлива) по элементам производственного процесса на единицу выпускаемой продукции (услуги) (ГОСТ 30167).



5. Нормативный показатель энергетической эффективности - установленная в нормативной документации на энергопотребляющий объект (процесс) количественная характеристика уровня рационального потребления и экономного расходования ТЭР при создании продукции, реализации процессов, проведении работ и оказании услуг, выраженная в виде абсолютного, удельного или относительного показателя их потребления (потерь).

6. Показатель энергосбережения - количественная характеристика снижения потребления ТЭР намечаемых и (или) реализуемых мер и (или) результатов по энергосбережению, выраженная в абсолютных или относительных показателях.

7. Показатель энергетической эффективности - количественная характеристика уровней рационального потребления и экономного расходования ТЭР при создании продукции, реализации процессов, проведении работ и оказании услуг, выраженная в виде абсолютного, удельного или относительного показателя их потребления (потерь).

8. Потенциал энергосбережения - количество ТЭР, которое можно сберечь в результате реализации технически возможных и экономически оправданных мер, направленных на эффективное их использование и вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии при условии сохранения или снижения техногенного воздействия на окружающую и природную среды.

9. Потребитель ТЭР - юридическое лицо (организация), независимо от формы собственности, индивидуальный предприниматель, использующие топливно-энергетические ресурсы для производства продукции, услуг, а также на собственные нужды.

10. Разработка рекомендаций и программ по энергосбережению - определение организационных, технических и технологических предложений, направленных на повышение энергоэффективности объекта энергетического обследования, с обязательной оценкой экономической и технической возможностей их реализации, прогнозируемого технико-экономического эффекта.

11. Сбор документальной информации - сбор данных о потребителе ТЭР, производстве продукции, услуг, технологических параметрах, технико-экономических показателях и т.п., необходимых для расчета показателей энергетической эффективности объекта.

12. Топливо-энергетические ресурсы - совокупность природных и произведенных энергоносителей, запасенная энергия которых при существующем уровне развития техники и технологии доступна для использования в хозяйственной деятельности.

13. Энергетический аудит (энергетическое обследование) - технико-экономическое инспектирование систем энергогенерирования, энергораспределения и энергопотребления предприятия с целью определения возможностей экономии затрат на ТЭР, разработки

технических, организационных и экономических мероприятий, помогающих предприятию достичь реальной экономии денежных средств и энергоресурсов.

14. Энергетический паспорт потребителя ТЭР – документ, содержащий основные сведения о эффективности использования ТЭР.

15. Энергосбережение - реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование топливно-энергетических ресурсов и на вовлечение в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии (Закон РФ «Об энергосбережении»).

16. Энергетический ресурс – носитель энергии, который используется в настоящее время или может быть полезно использован в перспективе.

### **3. Цели и задачи энергетического обследования**

3.1. Целями энергетического обследования предприятий и организаций угольной отрасли являются:

- технико-экономическое инспектирование объектов энергогенерирования, энергораспределения и энергопотребления;
- выявление возможностей, направлений, путей экономии, рационального использования энергетических ресурсов;
- разработка мероприятий по повышению энергоэффективности, снижению затрат на энергоресурсы.

3.2. Задачами энергетического обследования предприятий и организаций угольной отрасли являются:

1. Анализ объемов, динамики, эффективности производства и потребления энергоресурсов.
2. Анализ объемов, эффективности распределения (передачи) энергоресурсов внутри предприятия.
3. Расчет, оценка, анализ объемов потребления энергетических ресурсов предприятий, в его подразделениях, технологических переделах, основном энергопотребляющем оборудовании.
4. Определение направлений энергосбережения и повышения энергоэффективности.
5. Разработка конкретных мероприятий по повышению энергоэффективности с технико-экономическим обоснованием.
6. Разработка энергетического паспорта предприятия, отчета по результатам энергоаудита.

#### **4. Общая характеристика объектов энергетического обследования угледобывающих предприятий**

В наиболее общем виде система энергетики угледобывающих предприятий и подразделений включает:

- сооружения и установки, обеспечивающие прием, трансформацию и аккумуляцию энергоресурсов от районных или объединенных энергоснабжающих предприятий;

- энергетические станции и установки предприятия для централизованной выработки остальных необходимых потребителям предприятия энергоносителей, их трансформации и аккумуляции (котельные, насосные, компрессорные, воздухоразделительные станции и т.д.);

- утилизационные установки и станции, производящие энергоносители за счет использования ВЭР технологического комплекса предприятий;

- электросетевые, трубопроводные и иные подсистемы, обеспечивающие транспортировку и распределение между потребителями предприятия энергоносителей и энергоресурсов, произведенных его энергетическими станциями и утилизационными установками, а также полученных от энергоснабжающих организаций;

- электросетевые, трубопроводные и иные подсистемы, обеспечивающие транспортировку и распределение энергоносителей и энергоресурсов между сторонними потребителями (субабонентами), произведенных энергетическими станциями и утилизационными установками предприятия, а также полученных от энергоснабжающих организаций.

Как правило, на большинстве угледобывающих предприятий и подразделений в состав энергетической системы в качестве ее подсистем входят:

система электроснабжения;

система теплоснабжения;

система топливоснабжения;

система водоснабжения;

системы воздухообеспечения и кондиционирования воздуха.

#### **5. Общая методология проведения энергоаудита**

Проведение энергоаудита состоит из двух стадий: подготовительной и основной.

На подготовительной стадии должно быть выполнено:

- 1) Предварительная организационная работа и заключение соглашения о проведении энергетических обследований.

- 2) Предварительное ознакомление энергоаудитора (с помощью выданных им Заказчику опросных листов) с угольным предприятием – потребителем энергетических ресурсов.

Здесь следует:

- собрать первоначальные сведения о предприятии (объекте), выпускаемой продукции, о величине составляющих энергозатрат в себестоимости выпускаемой продукции, об энергопотребляющем оборудовании, определяется список лиц, с которыми предстоит работать в процессе проведения энергетического обследования;

- провести предварительный анализ объемов энергопотребления, затрат на него, схем энергоснабжения, состав энергопотребляющего оборудования;

- оценить трудоемкость работ и ориентировочную стоимость энергоаудита.

3) Подготовка договорных документов на выполнение энергоаудита, согласование их с Заказчиком и проведение их экспертизы в СРО.

4) Подписание двухстороннего договора на выполнение энергетических обследований.

5) Выпуск приказа по предприятию о проведении энергетических обследований.

Основная стадия энергетических обследований состоит из шести этапов.

*Первый этап* – оценка и анализ энергопотребления и затрат.

*Второй этап* – инструментальное обследование, оценка и анализ энергетических потоков.

*Третий этап* – критическое рассмотрение энергетических потоков.

*Четвертый этап* – разработка мероприятий по повышению энергоэффективности и снижению затрат на энергопотребление.

*Пятый этап* – технико-экономическая оценка разработанных мероприятий по повышению энергоэффективности и затрат на энергопотребление.

*Шестой этап* - представление результатов.

В общем плане:

При выполнении первого этапа энергоаудита выполняются оценка, расчет и анализ энергопотребления и затрат в целом по предприятию.

На втором этапе выполняется инструментальное обследование, оценка распределения энергетических ресурсов по структуре предприятия, по технологическим процессам, основному энергопотребляющему оборудованию.

Выявляется и оценивается энергопотребление основных потребителей энергоресурсов. Составляются балансы потребления всех энергетических ресурсов.

При выполнении третьего этапа энергоаудита проводится критический анализ энергетических потоков, а именно: сравнение показателей энергопотребления, энергоэффективности предприятия с объективно необходимыми, с нормативными, выявляются возможности, направления, пути снижения энергозатрат потребляемых энергоресурсов.

На четвертом этапе энергоаудита на основе выполненных анализа энергопотребления и затрат (1-й этап), оценки энергетических потоков (2-й этап), их критического рассмотрения (3-й этап) с учетом установленных возможностей, направлений, путей повышения

энергоэффективности разрабатываются конкретные мероприятия по снижению затрат на энергопотребление.

При выполнении пятого этапа проводится технико-экономическая оценка разработанных мероприятий по повышению энергоэффективности и снижению затрат на энергопотребление.

При выполнении шестого этапа оформляются: отчет по итогам работы по энергоаудиту, энергетический паспорт, письменная и устная презентации.

## **6. Первый этап энергоаудита. Оценка и анализ энергопотребления и затрат**

### **6.1. Цель первого этапа**

Основная цель первого этапа энергоаудита – определение объема, структуры энергопотребления, энергозатрат, стоимости энергетического эквивалента потребляемых ТЭР.

### **6.2. Оценка и анализ энергопотребления**

Для анализа текущего энергопотребления информацию о потребляемых ТЭР - электроэнергии, топливе, теплоэнергии, газе, мазуте и др. собирают за предыдущий пятилетний период по годам, а также, за последние 12, 18 месяцев, ежемесячно

Информацию о потребляемых энергоресурсах берут из отчетных документов предприятия в отделах: планово-экономическом, главного энергетика, бухгалтерии и др.

Вся информация, полученная от предприятия при энергетическом обследовании, должна быть документально зафиксирована в опросных формах, предоставляемых энергоаудитором.

Сбор информации необходимо проводить в соответствии с разработанной Программой энергетического обследования.

При обследовании источниками информации являются:

- интервью и анкетирование руководства и технического персонала;
- схемы энергоснабжения и учета энергоресурсов;
- отчетная документация по коммерческому и техническому учету энергоресурсов;
- счета от поставщиков энергоресурсов;
- суточные, недельные и месячные графики нагрузки;
- данные по объему произведенной продукции, ценам и тарифам;
- техническая документация на технологическое и вспомогательное оборудование (технологические системы, спецификации, режимные карты, регламенты и т. д.);
- отчетная документация по ремонтным, наладочным, испытательным и энергосберегающим мероприятиям;
- перспективные программы, ТЭО, проектная документация на технологические и организационные усовершенствования, утвержденные планом развития предприятия/организации.

В состав первичной информации об объекте исследования должно войти:

- общие сведения о предприятии;

- фактические отчетные данные по энергопользованию и выпуску продукции в текущем и базовом годах (по месяцам);
- перечень основного энерготехнологического оборудования;
- технические и энергетические характеристики установок;
- технико-экономические характеристики энергоносителей, используемых на предприятии/организации;
- сведения о подстанциях, источниках тепло-, водоснабжения, сжатого воздуха, топливоснабжения.

На рассматриваемом этапе выполняется анализ энергоэкономических показателей предприятия/организации, а именно:

- количественные характеристики производства продукции за последние 2–3 года по месяцам;
- затраты на топливо, электрическую и тепловую энергию, воду на момент проведения обследования;
- энергоемкость продукции;
- удельная энергоемкость продукции по месяцам;
- удельные расходы энергоресурсов на основные виды продукции по месяцам;
- среднегодовая численность работников предприятия/организации, в том числе производственный и управленческий персонал, персонал энергослужбы.

Также определяется, доля, каких энергоресурсов в общем потреблении наиболее значительна. Информация об энергопотреблении должна показывать доленое потребление различных энергоресурсов на предприятии/организации и затраты на них.

Информация по ценам за энергоресурсы должна включать цену за единицу приобретения с рынка энергоресурсов или тариф (если он используется). Должны быть отмечены составляющие цены и различия в ценах., при поставках топлива отдельными партиями.

При рассмотрении платы на энергоресурсы должны быть учтены все факторы, которые в конечном итоге определяют, сколько предприятие/организация платит за энергоресурсы: изменение цены в течение года; структура тарифа; дифференцированные тарифные ставки; штрафные санкции; другие выплаты.

Информация о потреблении энергетических ресурсов представляется как в табличном виде (таблица 6.1) так и в виде графиков, по оси абсцисс которых откладываются периоды времени (в рассматриваемом случае – номер месяца, года), а по оси ординат откладываются значения потребляемых энергоресурсов.

В столбцах таблице 6.1 показываются значения различных видов энергоресурсов  $X_i, Y_i \dots K_i$ , потребляемых по месяцам в течение года. По результатам суммирования месячных значений каждого столбца получают данные о годовом потреблении энергоресурсов  $X, Y \dots K$ .

Таблица 6.1 - Потребление энергоресурсов на предприятии

№ п/п	Месяц, год	Энергоресурсы				
		Электроэнер- гия, МВт·час	Мазут, тонн	Диз. топливо, тонн	...	Энергоре- сурс К
1	2	3	4	5		m
1	Январь	$X_1$	$Y_1$	$Z_1$	...	$K_1$
2	Февраль	$X_2$	$Y_2$	$Z_2$	...	$K_2$
3	Март	$X_3$	$Y_3$	$Z_3$	...	$K_3$
	...	...	...	...	...	
12	Декабрь	$X_{12}$	$Y_{12}$	$Z_{12}$	...	$K_{12}$
	Всего:	$X = \sum_{i=1}^{12} X_i$	$Y = \sum_{i=1}^{12} Y_i$	$Z = \sum_{i=1}^{12} Z_i$		$K = \sum_{i=1}^{12} K_i$

После этого следует построить временные (по месяцам) графики потребления каждого энергоресурса. По графикам проследить и дать оценку, как изменяется потребление энергоресурсов в течение года, а именно: равномерно ли рассматриваемое потребление в течение года; есть ли временные отрезки, где потребление меньше, больше, т.е. есть ли сезонность в энергопотреблении. Например: в осенне-зимний период увеличивается расход топлива, за счет увеличения потребления на обогрев; в осветительных установках в осеннее-зимний период увеличивается потребление электроэнергии в соответствии с увеличением темного времени суток и т.п.

Анализ рассматриваемых графиков должен позволить оценить динамику энергопотребления в течение года, которую необходимо иметь в виду при проведении последующих этапов энергоаудита.

Для анализа энергопотребления и затрат на энергоресурсы данные представляют также в виде таблицы 6.2.

На основе полученной информации следует провести первичный анализ потребления энергоресурсов предприятия и затрат на них. Здесь нужно определить соотношение потребления различных видов энергоресурсов, выраженных в едином энергосодержащем показателе, а именно тоннах условного топлива (т.у.т.)\*. Также следует определить потребление каждого энергоресурса в процентах от общего потребления энергетических ресурсов на предприятии. Вместе с этим производится оценка стоимости каждого энергетического ресурса, а также доля их стоимости в общих затратах на энергопотребление.

Во втором столбце таблицы 6.2 представлены виды потребленных энергоресурсов, в третьем – единицы измерений соответствующего энергоресурса, в четвертом – потребление соответствующего вида энергоресурса, взятое из таблицы 1. Для того, чтобы привести потребление энергетических ресурсов к единому энергосодержащему эквиваленту, за который принимается т.у.т., устанавливается энергосодержание единицы каждого энергоресурса – а, b, с и т.д. (столбец 5). Умножая абсолютное потребление энергоресурса на его энергосодержание, оценивают энергетический эквивалент каждого потребленного энергоресурса в т.у.т. –  $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$  (столбец 6). Суммарное потребление энергетических ресурсов в т.у.т. определяется по формуле:

$$\sum_1 = X' + Y' + \dots R', \quad (6.1)$$

где  $X'$ ,  $Y'$ ,  $R'$ ... - энергетические эквиваленты каждого из потребляемых энергетических ресурсов.

В столбец 7 заносят вычисленные доли потребления каждого из видов энергоресурсов, выраженные в процентах –  $X''$ ,  $Y''$ ,  $Z''$ ... $Q''$  и т.д.

---

\*) за условное топливо принимают топливо, которое имеет теплотворную способность, равную 7000 ккал/кг.



Таблица 6.2 - Оценка структуры объемов и затрат на энергопотребление

№ п/п	Энергоресурс	Единица измерения	Потребление за год	Энерго-содержание, тыс. т.у.т. /ед. изм.	Энергетический эквивалент энергоресурса, тыс. т.у.т.	Доля энергоресурса в общем энергопотреблении, %	Цена ед. изм. энерг. рес., тыс.руб/е д.изм.	Стоимость энергоресурса, тыс. руб.	Доля стоимости энергоресурса, %	Стоимость единицы энергетического эквивалента, тыс. руб./ т.у.т.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Электро-энергия	Мвт/ч	$X = \sum_{i=1}^n Xi$	$a = 1,23 \cdot 10^{-4}$	$X' = X \cdot a$	$X'' = \frac{X' \cdot 100}{\sum_1}$	$\alpha_1$	$\gamma_1 = \alpha_1 \cdot X$	$\gamma_1' = \frac{\gamma_1 \cdot 100}{\sum_2}$	$\frac{\gamma_1}{X'}$
2	Мазут	тонн	$Y = \sum_{i=1}^n Yi$	$b = 14,2 \cdot 10^{-4}$	$Y' = Y \cdot b$	$Y'' = \frac{Y' \cdot 100}{\sum_1}$	$\alpha_2$	$\gamma_2 = \alpha_2 \cdot Y$	$\gamma_2' = \frac{\gamma_2 \cdot 100}{\sum_2}$	$\frac{\gamma_2}{Y'}$
3	Диз. топливо	тонн	$Z = \sum_{i=1}^n Zi$	$c = 15,710^{-4}$	$Z' = Z \cdot c$	$Z'' = \frac{Z' \cdot 100}{\sum_1}$	$\alpha_3$	$\gamma_3 = \alpha_3 \cdot Z$	$\gamma_3' = \frac{\gamma_3 \cdot 100}{\sum_2}$	$\frac{\gamma_3}{Z'}$
4	Бензин	тонн	$L = \sum_{i=1}^n Li$	$d = 17,3 \cdot 10^{-4}$	$L' = Y \cdot d$	$L'' = \frac{L' \cdot 100}{\sum_1}$	$\alpha_4$	$\gamma_4 = \alpha_4 \cdot L$	$\gamma_4' = \frac{\gamma_4 \cdot 100}{\sum_2}$	$\frac{\gamma_4}{L'}$
5	Керосин	тонн	$M = \sum_{i=1}^n Mi$	$e = 17,3 \cdot 10^{-4}$	$M' = M \cdot e$	$M'' = \frac{M' \cdot 100}{\sum_1}$	$\alpha_5$	$\gamma_5 = \alpha_5 \cdot M$	$\gamma_5' = \frac{\gamma_5 \cdot 100}{\sum_2}$	$\frac{\gamma_5}{M'}$
6	Прир. газ	тыс.м <sup>3</sup>	$N = \sum_{i=1}^n Ni$	$f = 1,37 \cdot 10^{-4}$	$N' = N \cdot f$	$N'' = \frac{N' \cdot 100}{\sum_1}$	$\alpha_6$	$\gamma_6 = \alpha_6 \cdot N$	$\gamma_6' = \frac{\gamma_6 \cdot 100}{\sum_2}$	$\frac{\gamma_6}{N'}$

Продолжение таблицы 6.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	Нефть	тонн	$Q = \sum_{i=1}^n Qi$	$j=13,7 \cdot 10^{-4}$	$Q'=Q \cdot j$	$Q'' = \frac{Q' \cdot 100}{\Sigma_1}$	$\alpha_7$	$\gamma_7 = \alpha_7 \cdot Q$	$\gamma_7' = \frac{\gamma_7 \cdot 100}{\Sigma_2}$	$\frac{\gamma_7}{Q'}$
8	Смазочные материалы	тонн	$R = \sum_{i=1}^n Ri$	$k=13,7 \cdot 10^{-4}$	$R'=R \cdot k$	$R'' = \frac{R' \cdot 100}{\Sigma_1}$	$\alpha_8$	$\gamma_8 = \alpha_8 \cdot R$	$\gamma_8' = \frac{\gamma_8 \cdot 100}{\Sigma_2}$	$\frac{\gamma_8}{R'}$
					$\Sigma_1 = X' + Y' + \dots + R'$	100		$\Sigma_2 = \gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_8$	100	

В столбце 8 показывается цена каждого вида энергоресурса  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \dots \alpha_8$  и т.д. Следует отметить, что цена любого из энергоресурсов может меняться в течение обследуемого периода. В столбце 8 необходимо учитывать указанные изменения цены, определяя средневзвешенную за год по формуле

$$\alpha_1 = \frac{\sum_{i=1}^{12} x_i \cdot \alpha_i}{\sum_{i=1}^{12} x_i}, \quad (6.2)$$

где  $x_i$  – потребление энергоресурса, например электроэнергии, в  $i$  – тый месяц;

$\alpha_i$  – цена единицы энергоресурса в  $i$  – тый месяц;

$i$  – число месяцев в году ( $i=1, 2, \dots, 12$ )

В столбце 9 определяется стоимость каждого из потребляемых энергоресурсов.

Суммарная стоимость энергоресурсов определяется по выражению

$$\sum_2 = \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots \gamma_8, \quad (6.3)$$

В столбец 10 заносят долю стоимости каждого из энергоресурсов, определяемую в процентах. В столбце 11 показывают стоимость единицы энергетического эквивалента каждого вида энергоресурса.

Анализ полученной таблицы позволяет установить:

- затраты предприятия на каждый потребляемый энергоресурс (данные столбца 9), а также их сумму;
- долю затрат на каждый энергетический ресурс в общих затратах предприятия на энергоресурсы (данные столбца 10);
- выявить энергетические ресурсы, на которые предприятие несет наибольшие затраты (столбцы 9 и 10);
- выявить наиболее дорогие энергетические ресурсы (данные столбца 11).

Указанную таблицу рекомендуется составить за предыдущие 5 лет.

Это позволит оценить динамику показателей, представленных в таблице и сделать выводы относительно их роста (уменьшения).

В результате выполнения первого этапа энергетического обследования энергоаудитор должен иметь представление о предприятии/организации и основных технологических процессах, а также следующую информацию:

- общую стоимость затрат предприятия/организации на энергоресурсы, расходы на воду, стоки и канализацию;
- структуру затрат по энергоносителям;

- сезонные изменения в потреблении и стоимости;
- структуру цен на каждый энергоресурс;
- динамику потребления и затрат на энергоресурсы.

Полученная на первом этапе информация в виде таблиц, графиков представляет общую картину потребления энергии на предприятии и позволяет определить приоритетные направления в дальнейшей работе по энергетическому обследованию (виды энергоресурсов, структурные подразделения предприятия, которым нужно уделить большее внимание, оценить сезонность в энергопотреблении и т.д.)

Указанный анализ следует провести за ретроспективный период до 5 лет и проанализировать динамику показателей.

Для энергетических обследований из общего числа энергоресурсов выбираются энергоресурсы, имеющие значительные доли в общем энергопотреблении и затрат на него.

## **7. Второй этап энергоаудита. Инструментальное обследование, оценка и анализ энергетических потоков**

### **7.1. Цели второго этапа**

Основными целями второго этапа энергоаудита являются:

- составление схемы энергетических потоков энергоресурсов на предприятии;
- определение наиболее значимых энергопотребителей (по объемам, финансовым затратам) для каждого вида энергоресурса;
- установление доли потребления каждого энергоресурса по основным потребителям с разработкой энергетических балансов потребителей;
- анализ энергетических потоков с установлением энергетических показателей.

### **7.2. Инструментальное обследование энергетических потоков**

Инструментальное обследование применяется для восполнения недостающей информации, которая необходима для оценки эффективности использования потребляемых энергоносителей.\*)

#### **7.2.1. Электропотребление**

В систему электропотребления входят понижающие подстанции, электрические сети напряжением до и выше 1000 В электроприемники.

Составляется структурная схема электроснабжения организации. Схема составляется от точки раздела с энергоснабжающей организацией до основных электроприемников, с указанием точек учета электроэнергии.

---

\*)Как показывает опыт проведенных энергетических обследований инструментальное обследование энергетических потоков требуется на каждом предприятии.

На схеме электроснабжения намечаются точки, в которых необходимо провести замеры. Такими точками являются вводы в подстанции, шины подстанции, отходящие фидера, вводные устройства мощных электроприемников.

#### **7.2.1.1. Измерительная аппаратура**

Для измерений могут быть использованы имеющиеся в системах электроснабжения измерительные приборы или приборы организации, проводящей обследование.

Измерительная аппаратура должна удовлетворять следующим общим требованиям:

- все приборы должны иметь сертификацию органов Госстандарта РФ и быть поверены

- погрешность измерения параметров должна составлять не более:

-по расходам электроэнергии - 1,5 %;

-по измерению токов - 5 %;

-по показателям качества электроэнергии:

отклонение напряжения -  $\pm 0,5$  %;

доза фликера -  $\pm 5$  %;

коэффициент искажения синусоидальности напряжения -  $\pm 10$  %;

коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности -  $\pm 0,3$  %;

коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности -  $\pm 0,5$  %.

#### **7.2.1.2. Методика измерений**

Измеряются следующие параметры:

1) часовые расходы активной и реактивной энергии (в наиболее и наименее загруженную смену в течение суток);

2) показатели качества электрической энергии (отклонения, колебания, несимметрия и несинусоидальность напряжения) в течение суток;

3) токи нагрузки электрических сетей, трансформаторов и электроприемников;

4) время включения и выключения электроприемников в течение суток.

Токи нагрузки электрических сетей, трансформаторов и электроприемников записываются в течение часа в период максимума нагрузки. Расходы активной и реактивной электроэнергии измеряются таким образом, чтобы: составить инструментальные расходные балансы, определить электропотребление основных электропотребителей. Показатели качества электрической энергии записываются в электрических узлах схем.

Основными приборами, которые могут использоваться для исследования электропотребления являются: токоизмерительные клещи, электрические счетчики, информационно-измерительные системы, анализаторы качества электрической энергии.

Учитывая большой объем исследований и обработки желательно в первую очередь использовать портативные микропроцессорные анализаторы электропотребления типов AR.4M, AR.5 и другие.

Определяются и анализируются абсолютные, удельные показатели электропотребления, значения коэффициента мощности, к.п.д., значения потерь в элементах системы (линиях, трансформаторах, потребителях), составляются электробалансы.

Значения указанных параметров сравниваются с расчётными, выявляются причины расхождения.

## **7.2.2. Теплопотребление**

### **7.2.2.1. Измерительная аппаратура**

По виду источников тепловой энергии обследуемые предприятия и организации могут быть трех типов:

- 1) с собственной котельной;
- 2) с питанием тепловой энергией от центральных тепловых сетей;
- 3) с собственной котельной и питанием ряда зданий от центральных тепловых сетей.

Подвод тепловой энергии на предприятиях второго типа производится на тепловые пункты (абонентские вводы), которыми могут быть индивидуальными (ИТП) обслуживающими одно здание, и централизованными (ЦТП) обслуживающими группу зданий.

Для измерения могут быть использованы установленные в организации измерительные приборы (теплосчетчики, манометры, термометры и др.). а при их отсутствии - переносные портативные приборы энергоаудитора.

Погрешность измерения не должна превышать:

- 1) для расходов - 2,5 %;
- 2) для давления - 0,1 кгс/см<sup>2</sup>;
- 3) для температур - 0,1 оС.

### **7.2.2.2. Методика измерений**

В процессе энергоаудита определяются фактические значения основных параметров (расход тепла, сетевой воды, температуры и давления) которые сопоставляются с расчетными значениями этих параметров и выявляются причины расхождения расчетных и фактических величин.

**Измерение расходов.** Могут быть использованы установленные в ИТП стационарные приборы, в том числе входящие в состав теплосчетчиков, позволяющие определить мгновенные значения расходов воды: измерительные диафрагмы, приборы турбинного или крыльчатого типа, а также электромагнитные, вихревые или ультразвуковые расходомеры. При отсутствии

стационарных расходомеров должны быть использованы переносные ультразвуковые расходомеры с накладными датчиками отечественного или зарубежного производства.

**Измерение давления.** В качестве измерительных приборов могут быть использованы образцовые пружинные манометры. При организации автоматизированной системы измерений в качестве датчиков давления или перепада давлений могут использоваться датчики МТ-100 или датчики давления концерна «Метран», а также аппаратура аналогичного типа зарубежного производства, например цифровые манометры серии С 95 фирмы COMARK.

**Измерение температуры.** Могут быть использованы ртутные термометры с ценой деления 0,1оС, устанавливаемые в имеющихся на трубопроводах термометрических гильзах, или термометры, входящие в состав телосчетчиков узлов учета при наличии вторичной показывающей аппаратуры. Для измерения температуры при отсутствии измерительной аппаратуры на ИТП следует использовать стандартные термоэлектрические преобразователи и термометры сопротивления с вторичными показывающими и регистрирующими приборами. При отсутствии в точках измерения термометрических гильз измерения могут быть проведены с использованием датчиков поверхностного типа или инфракрасных бесконтактных термометров, например КМ 826, КМ 801/1000, а также другие. При применении датчиков поверхностного типа необходимо обеспечить плотный контакт датчика с очищенной от краски и ржавчины поверхностью трубопровода.

Проведение обследования с помощью обычных показывающих или записывающих приборов неэффективно и очень трудоемко, поскольку требуется одновременная регистрация большого количества параметров в течение продолжительного времени. Поэтому для энергоаудита следует в первую очередь использовать микропроцессорные портативные приборы с накопителями информации.

Измеряют следующие параметры:

- 1) расход сетевой воды;
- 2) температуру сетевой воды;
- 3) среднюю температуру воздуха в отапливаемых помещениях;
- 4) давление сетевой воды.

Фактический расход воды на систему отопления может быть определен одним из следующих способов в зависимости от имеющихся на установке измерительных приборов:

- а) непосредственно с помощью расходомеров;
- б) по известному диаметру сопла элеватора и измеренному перепаду давлений перед соплом и во всасывающем патрубке элеватора.

Температуру воздуха измеряют в нескольких помещениях, расположенных на различных этажах и ориентировочных на разные стороны света для возможности оценки

среднеарифметической температуры воздуха в здании. Эта температура нужна для последующего сопоставления фактической и расчетной нагрузок системы отопления.

Давление измеряют на входе и выходе из теплового пункта до и после системы отопления, а для независимой системы отопления также до и после подогревателя.

Так как суточный график нагрузки отопления достаточно стабилен, следует вести измерения параметров теплоносителя в течение суток с интервалом 2-3 часа.

Целесообразно провести измерения в течение нескольких суток с различными температурами наружного воздуха и соответственно температурами сетевой воды.

**Измерения в системах горячего водоснабжения.** В системе горячего водоснабжения следует измерять следующие параметры: расходы горячей водопроводной воды после второй ступени подогревателя); температуру (по тракту водопроводной воды на входе; по тракту греющей сетевой воды на входе и выходе подогревателей); давление по тракту водопроводной и сетевой воды до и после подогревателей).

Так как график нагрузки горячего водоснабжения имеет резко выраженный неравномерный характер, измерение всех параметров следует вести с помощью портативных микропроцессорных приборов с интервалом измерения порядка 5 минут.

Измерения следует проводить как в рабочие, так и в выходные дни.

**Измерения в системах вентиляции и кондиционирования.** Основными характеристиками, которые должны измеряться при инструментальном обследовании систем вентиляции, являются: производительность и напор вентиляционных установок; время работы вентиляционных установок в течение суток, температура воздуха внутри помещения, средняя температура наружного воздуха, объем помещения. Приборы и методы измерения этих характеристик описаны выше.

Основными характеристиками, которые должны измеряться при инструментальном обследовании систем кондиционирования зданий, являются: размеры помещений, относительная влажность воздуха, температура воздуха в помещении, скорость воздухообмена, температура подаваемого летом и зимой воздуха, температура наружного воздуха, инфильтрация воздуха. Для измерения влажности и температуры можно применять прибор типа КМ 8004 или аналогичные приборы.

### **7.2.3. Системы водопотребления**

Необходимо составить схему водоснабжения с указанием размеров труб, насосов и их характеристик и составить список потребителей воды. В системе водоснабжения необходимо провести следующие замеры: расход воды, давления, утечек и непроизводительных потерь.



### **7.2.3.1. Измерительная аппаратура**

Для измерения можно использовать установленные в организации водосчетчики, а при их отсутствии применить портативные переносные приборы, например “Portaflow МК-PIR” с накопителем информации “Squirrel 1003” и другие. Замеры проводить в интервале не менее одних суток.

Погрешность измерения не должна превышать :

- 1) для расходов - 2,5 %;
- 2) для давления - 0,1 кгс/см<sup>2</sup>;

### **7.2.3.2. Методика измерений**

В процессе энергоаудита определяются фактические значения основных параметров (расход воды за сутки, давление), которые сопоставляются с расчетными значениями этих параметров и выявляются причины расхождения расчетных и фактических величин. Методы измерения давления и расхода аналогичны измерениям, приведенным в разделе.

Так как график нагрузки холодного водоснабжения имеет резко выраженный неравномерный характер, измерение всех параметров следует вести с помощью портативных микропроцессорных приборов с интервалом измерения порядка 5 минут. Измерения следует проводить как в рабочие, так и в выходные дни.

### **7.2.4. Тепловизионное обследование**

Инфракрасная диагностика – тепловой метод неразрушающего контроля, основанный на дистанционной регистрации тепловых полей объекта обследования по его собственному инфракрасному излучению.

Метод позволяет:

- проводить в реальном времени температурные бесконтактные натурные обследования поверхности ограждающих конструкций;
- определить распределение температуры по поверхности ограждающих конструкций зданий;
- оценить общие и удельные тепловые потери в окружающую среду через теплозащитную конструкцию;
- выявить нарушения теплозащиты ограждающих конструкций в результате использования некачественных строительных материалов, ошибок и нарушений при строительстве зданий и неправильного режима их эксплуатации;
- диагностировать состояние систем отопления и микроклимата помещений здания;
- диагностировать состояние электропроводки и контактных соединений системы электропотребления;

- по результатам проведения контроля определить соответствие качества и ограждающих конструкций и строительных работ нормативной документации и дать рекомендации по изменению строительных технологий, а также проведению ремонта скрытых дефектов строительства.

#### **7.2.4.1. Измерительная аппаратура**

Для измерений могут быть использованы тепловизоры, отвечающие следующим требованиям:

- приборы должны быть поверены и зарегистрированы в Государственном реестре средств измерений;

- диапазон измеряемых температур: от -20 до +100 0С;

- температурное разрешение не более 0,2 0С;

- основная погрешность измерения не более  $\pm 2\%$  от верхней шкалы или  $\pm 2\%$

(наибольшее значение);

- диапазон длин волн 2...5 мкм или 8...12 мкм;

- угол зрения (наличие сменных объективов) 7x70, 12x120, 20x200 , 40x400 ;

- диапазон рабочих температур: от -15 до +60 0С;

- частота кадров желательно не менее 5 Гц;

- формат изображения не менее 320x240 элементов;

- возможность получения значения температуры в 0С на экране дисплея тепловизора или переносного компьютера непосредственно на месте съемки;

- возможность записи термоизображения на носитель информации;

- регулирование значения излучательной способности ( $\epsilon$ ).

Кроме тепловизора для обследования зданий и сооружений необходимо следующее оборудование:

- прибор для контактного измерения температуры с погрешностью не более 0,5 0С;

- анемометр (прибор для определения скорости ветра);

- гигрометр (прибор для определения влажности окружающего воздуха);

- штатив;

- дальномер (лазерная рулетка);

- термометр для измерения температуры окружающего воздуха;

- измеритель теплового потока;

- ИК термометр (пирометр).

#### **7.2.4.2. Методика измерений**

Обследованию подвергаются ограждающие конструкции (далее ОК) и элементы системы теплопотребления и электропотребления здания.

##### Обследование ограждающих конструкций здания.

Объектом измерения являются наружные стеновые панели и их стыковые соединения, оконные откосы, ориентированные на С, СВ или СЗ, а также горизонтальные стыки наружных панелей и панелей перекрытий полов первых этажей с техподпольями или другими неотапливаемыми помещениями.

Обследования производятся снаружи и /или внутри в помещении согласно стандартным методикам работы с тепловизором и вспомогательными устройствами, содержащимся в технических описаниях на соответствующие приборы.

#### **7.3. Анализ системы учета расхода топлива и энергии**

Основной задачей энергетического учета является получение необходимой достоверной информации о количественных и качественных энерго-технологических показателях работы предприятия.

Анализ системы учета необходимо проводить с целью оценки достоверности получаемых показателей.

Необходимо проанализировать:

-соответствие системы учета расхода топливно-энергетических ресурсов по видам продукции (работ) и утвержденной структуре норм расхода;

- принятую систему определения качества энергоносителей и ее соответствие действующим нормативным документам;

- действующую схему распределения и учета энергоносителей;

- схему распределения энергоносителей (энергопотоков), которая совмещается с технологической схемой производства, либо накладывается на генплан предприятия.

- принятые на объекте методы и системы определения количеств поступающих энергоносителей;

- наличие, правильность установки, степень точности контрольно-измерительных приборов учета поступления энергоносителей, документы об их госповерке ;

- правильность расчета необходимых поправок и корректирующих коэффициентов (при необходимости корректируется величина общего годового расхода энергоносителя, отраженная в соответствующих формах статистической отчетности).

На схемах указываются места установки счетчиков, расходомеров и других приборов. По результатам анализа должно быть указано, какими из установленных контрольно-измерительных приборов измеряется расход энергоносителей для выпуска отдельных видов продукции (работ).

Составляется список и определяются места установки необходимых дополнительных контрольно-измерительных приборов.

При отсутствии, либо недостаточности информации, необходимо провести инструментальные исследования с целью ее получения.

На угольных предприятиях потребление различных видов топлива незначительное, в виде исключения допускается применять среднестатистические калорийные эквиваленты, приведенные в таблице 7.1.

Таблица 7.1 - Среднестатистические калорийные эквиваленты перевода натурального топлива в условное.

№ п/п	Вид топлива	Калорийный эквивалент
1	Газ природный - на 1 м <sup>3</sup>	1,16
2	Газ попутный нефтяной - на 1 м <sup>3</sup>	1,441
3	Нефть сырая - на 1 кг	1,43
4	Мазут топочный - на 1 кг	1,37
5	Мазут флотский - на 1 кг	1,43
6	Дизельное топливо - на 1 кг	1,45
7	Керосин - на 1 кг	1,47
8	Газ нефтепереработки - на 1 кг	1,50
9	Уголь каменный - на 1 кг	0,80
10	Древесные обрезки, стружки, опилки -на 1 кг	0,36
11	Древесные опилки - на складской м <sup>3</sup>	0,11

#### **7.4. Оценка и анализ энергетических потоков**

На втором этапе энергоаудита анализируется: на какие процессы и как расходуются энергетические ресурсы предприятия (системы электро-тепло-водо-воздухоснабжения).

Для определения наиболее значимых по объемам и финансовым затратам потребителей энергоресурсов при проведении второго этапа энергоаудита изучается технологический процесс и энергоснабжение предприятия.

Для достижения поставленных целей необходимо:

- Провести обследование энергетических потоков предприятия/организации.
- Составить схемы технологических процессов.
- Составить список основных потребителей энергии.
- Провести расчет потребления энергии каждого из основных потребителей энергии.
- Провести анализ работы основных потребителей.

При обследовании необходимо:

- определить характеристики энергетических потоков к технологическим процессам и от них;

- определить характеристики потоков сырья и продукции;

- установить потоки потерь и отходов.

На данном этапе должен быть осуществлен сбор статистических данных и первичной информации, который включает:

- годовой и месячный выпуск основной и дополнительной продукции/услуг за предыдущий и текущий год;

- удельные нормы на выпуск единицы продукции/услуг;

- фонд рабочего времени, сменность;

- источники теплоснабжения, электроснабжения, водоснабжения, газоснабжения, сжатого воздуха;

- схемы систем тепло-, водо-, газо-, электро- и воздухоснабжения предприятия и отдельных подразделений;

- показатели энергопотребления в существующих формах статистической и внутризаводской отчетности;

- существующие на предприятии мероприятия по повышению эффективности энергоиспользования и их выполнение за последние 1–2 года;

- состояние учета и нормирование расхода энергетических ресурсов;

- наличие паспортов на энергоемкое оборудование;

- выход вторичных энергоресурсов, в том числе низкопотенциальных, и их использование.

- наличие энергетического паспорта предприятия;

#### *Схема технологического процесса*

Схема технологического процесса представляется диаграммой, показывающей основные этапы, через которые последовательно проходят сырье, материалы от первоначального состояния до готовой продукции.

На схеме должны быть показаны места подачи и использования энергоресурсов, отмечена переработка сырья, материалов, показаны места утилизации отходов в технологическом процессе.

#### *Список основных потребителей*

Здесь необходимо выявить основных потребителей энергоресурсов путем изучения схем технологических процессов. Наиболее крупными потребителями электроэнергии обычно на предприятии по подземной добыче являются шахтные стационарные установки: вентиляторные, водоотливные, пневматические, подъемные - потребляющие более 70% электрической энергии от общего баланса шахт. Основные крупные потребители топлива: котлы (паровые и водогрейные), отопительные системы.

### *Оценка энергетических потоков*

Для уточнения полученных данных балансов потребления энергетических ресурсов на обследуемом объекте необходимо произвести оценку существующих потоков энергоресурсов.

Оценка энергетических потоков должна быть выполнена с использованием данных от одних из следующих источников:

- существующих систем учета энергоносителей;
- специального переносного оборудования для проведения инструментального обследования;
- проектных данных используемого оборудования;
- данных о максимальных потоках по диаметрам трубопроводов.

### *Балансы потребления энергии*

Балансы потребления энергии разрабатываются в соответствии со структурой предприятия:

- общешахтные;
- участковые;
- технологические.

При подземной разработке месторождений полезных ископаемых наиболее энергоемкими являются следующие технологические процессы:

- добыча полезного ископаемого очистными механизированными комплексами ;
- ведение проходческих работ (проходческие щиты, проходческие и погрузочные машины);
- транспортирование горной массы (конвейерный транспорт и электровозная откатка);
- транспортирование грузов клетевыми и скиповыми подъемными установками;
- общешахтное и местное проветривание горных выработок;
- выработка сжатого воздуха компрессорными установками;
- подогрев воздуха калориферными установками;
- откачка воды насосами системы водоотлива и т.д.

Наиболее энергоемкими технологическими процессами на разрезах являются:

- экскавация горных работ;
- буровые работы;
- транспорт горных пород (электровозный, конвейерный, автомобильный);
- водоотлив;
- освещение.

Составляется список технологического оборудования наиболее крупных потребителей соответствующих энергоресурсов.

Наиболее крупными потребителями электрической энергии являются: электропечи; системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха; компрессоры для выработки сжатого воздуха; холодильные компрессоры; технологические насосы; вакуумные насосы; углеобогатительное оборудование; оборудование для перемешивания и нагревания жидкостей; системы гидротранспорта; системы освещения.

Наиболее крупными потребителями топлива являются: котлы (паровые и водогрейные); печи различного назначения; нагреватели жидкостей; отопительные системы;

Наиболее крупными потребителями пара являются: печи, сушилки, отопление, горячее водоснабжение.

Таким образом, в результате оценки энергетических потоков следует: установить полную качественную и количественную структуру энергопотребления по цехам предприятия, основным технологическим переделам, основному энергопотребляющему оборудованию; составить структурные, технологические, дифференциальные энергетические балансы с указанием потерь энергоресурсов при генерации, распределении, потреблении.

#### **7.5. Анализ системы нормирования и отчетности об использовании топливно-энергетических ресурсов**

Система нормирования расхода топливно-энергетических ресурсов должна удовлетворять следующим требованиям.

Нормирование расхода топлива, тепловой и электрической энергии - это определение плановой меры их потребления в целях эффективного использования энергоресурсов.

Основная задача нормирования - обеспечение эффективного использования и рационального распределения ТЭР на основе применения в планировании и производстве технически и экономически обоснованных норм расхода топлива и энергии.

Норма расхода топливно-энергетических ресурсов - это плановый расход ресурсов на единицу продукции (работы, услуги) установленного качества в планируемых условиях производства.

Нормы расхода топлива, тепловой и электрической энергии должны быть направлены на максимальную мобилизацию резервов экономии. Нормы расхода энергоресурсов должны систематически пересматриваться с учетом:

- внедрения энергосберегающих мероприятий и технологий;
- развития технического прогресса;
- изменения структуры производственного оборудования;
- изменения параметров технологических процессов.

Правильно разработанные нормы расхода используются для оценки эффективности использования энергоресурсов.

Наряду с нормами расхода топливно-энергетических ресурсов должен применяться обобщенный показатель эффективности использования ТЭР - энергоемкость выпускаемой продукции (работ, услуг).

Нормы расхода топлива, тепловой и электрической энергии на каждом уровне планирования классифицируются по следующим основным признакам:

- по степени агрегации объектов нормирования - на индивидуальные и групповые;
- по составу расходов - на технологические и общепроизводственные;
- по периоду действия - на перспективные, текущие (годовые, квартальные, месячные).

Индивидуальной нормой называется норма расхода топлива, тепловой и электрической энергии на производство единицы продукции, которая устанавливается по отдельным топливо и энергопотребляющим агрегатам, установкам, (паровые и водогрейные котлы, печи и т.д.), технологическим процессам с учетом производственных условий.

Групповой нормой называется норма расхода топлива, тепловой и электрической энергии на производство планируемого объема одноименной продукции (работы, услуги) или одинаковые технологические процессы (гидроочистка, коксование и т.д.) согласно установленной номенклатуре по уровням планирования.

Технологическая норма расхода топлива, тепловой и электрической энергии учитывает их расход на основные и вспомогательные технологические процессы производства данного вида продукции, расход на поддержание технологических агрегатов в горячем резерве, на их разогрев и пуск после текущих ремонтов и холодных простоев, а также технически неизбежные потери энергии при работе оборудования, технологических агрегатов и установок.

Общешахтная норма расхода тепловой и электрической энергии учитывает расходы энергии на основные и вспомогательные технологические процессы, на вспомогательные нужды производства (общепроизводственное, цеховое и заводское потребление на отопление, вентиляцию, освещение и др.), а также технически неизбежные потери энергии в преобразователях, тепловых и электрических сетях предприятия (цеха), отнесенные на производство данной продукции (работы).

Состав норм расхода ТЭР устанавливается соответствующими отраслевыми методиками и инструкциями, разрабатываемыми с учетом особенностей производства продукции (работы), на основе которых в каждой шахте определяется конкретный состав норм расхода.

По подземной добыче угля должны устанавливаться отдельно нормы расхода тепловой и электрической энергии на отопление, вентиляцию, производство сжатого воздуха, подачу воды и другие вспомогательные нужды производства.



Системой норм предусматривается разработка нормативов предельного расхода ТЭР, который является расчетным показателем расхода топлива, тепловой и электрической энергии на единицу продукции (работы), производимой машинами, агрегатами и оборудованием.

В некоторых случаях нормирование расхода ТЭР производится на единицу перерабатываемого сырья (тонну перерабатываемой нефти, тысяч кубических метров попутного нефтяного газа).

Основными методами разработки норм расхода топлива, тепловой и электрической энергии являются расчетно-аналитический, отчетно-статистический и опытный методы. Расчетно-аналитический метод является наиболее приоритетным методом определения норм.

При определении норм расхода расчет ведется по статьям расхода, которые обусловлены утвержденным составом статей расхода для данного вида продукции (работы).

Опытный метод разработки норм заключается в определении затрат топлива, тепловой и электрической энергии по данным, полученным в результате эксперимента. Он применяется для разработки индивидуальных норм. При этом оборудование должно быть в технически исправном состоянии и отлажено, а технологический процесс необходимо осуществлять в режимах, предусмотренных технологическими инструкциями.

Расчетно-статистический метод предусматривает определение норм расхода ТЭР на основе анализа статистических данных о фактических удельных расходах топлива, тепловой и электрической энергии и факторов влияющих на их изменение за ряд предшествующих лет и допустим только при незначительной потребности в энергоресурсах и невозможности использования методов приведенных выше.

Расчетно-аналитический и расчетно-статистический методы применяются для разработки как групповых, так и индивидуальных норм.

Индивидуальные нормы расхода определяются на базе теоретических расчетов, экспериментально установленных нормативных характеристик энергопотребляющих агрегатов и установок с учетом достигнутых прогрессивных показателей удельного расхода топлива, тепловой и электрической энергии и внедряемых мероприятий по их экономии.

Групповые нормы расхода ТЭР могут определяться на основе индивидуальных норм расхода и соответствующих объемов производства или исходя из удельных расходов базисного года, с учетом достигнутых прогрессивных показателей энергопотребления.

Для обеспечения прогрессивности разрабатываемых норм расхода котельно-печного топлива, тепловой и электрической энергии необходимо:

-проводить в установленные сроки, а также после осуществления мероприятий по реконструкции производства энергетические испытания оборудования, по данным которых

разрабатывают соответствующие энергетические балансы и нормативные характеристики по типам оборудования, установок, агрегатов;

-осуществлять систематический контроль, учет и анализ эксплуатационных удельных расходов ТЭР и исключать из них нерациональные затраты топлива и энергии.

Энергоаудитор выполняет оценку норм расхода топлива, тепловой и электрической энергии по видам продукции (работ), которая осуществляется путем сопоставления их с фактическими удельными расходами.

В целом по предприятиям, входящим в его состав структурным подразделением, находящимся на самостоятельном балансе, годовые фактические удельные расходы по видам продукции (работ) могут быть определены на основе показателей статистической отчетности.

Фактический удельный расход топлива (энергии) по какому-либо виду продукции (работ) определяется путем деления фактического расхода топлива (энергии) по рассматриваемому виду продукции (работы) на фактический объем добычи угля (работ).

Имея полную картину распределения, режимов, параметров энергетических потоков, проводят их критический анализ.

### **8. Третий этап энергоаудита. Критический анализ энергетических потоков**

Проведенная работа по энергетическому обследованию предприятия на первом и втором этапах должна позволить:

- оценить общее потребление энергетических ресурсов по предприятию в текущем году и ретроспективе за 5 лет;

- выявить структуру потребления энергетических ресурсов с приведением их к единому энергосодержащему показателю;

- установить структуру затрат на отдельные виды энергетических ресурсов;

- определить стоимость единицы энергетического эквивалента каждого энергетического ресурса;

- выполнить анализ договорных условий на поставку на предприятие энергетических ресурсов;

- выполнить оценку, расчет, анализ распределения энергетических ресурсов по структуре предприятия, по технологическим процессам, основному энергопотребляющему оборудованию;

- составить расходные части энергетических балансов (структурных, технологических, дифференциальных);

- установить энергопотребляющие режимы структурных подразделений, технологических процессов, основного энергопотребляющего оборудования;

- определить энерготехнологические характеристики основных энергопотребляющих структурных подразделений, технологических процессов, оборудования.

По результатам 1-го и 2-го этапа имеется полная информация об энергопотреблении, его параметрах и режимах, характеристиках.

Основным содержанием третьего этапа энергоаудита является критическое рассмотрение, критический анализ установленной картины энергопотребления на предприятии в направлении:

- определения нерационального расточительного использования энергоресурсов;
- установления мест потерь энергии (цеха, технологические переделы, участки, технологические смены, оборудование, здания, сооружения и т.д.);
- выявления низкой эффективности (низкого к.п.д.) преобразования энергии или ее потенциала (в трансформаторах, электродвигателях, электротермических, электроосветительных и др. электроустановках; в теплогенерирующем оборудовании);
- выявления низкой эффективности распределения (передачи) энергетических ресурсов (в электрических, тепловых, водопроводных, вентиляционных и др. сетях);
- выявления мест (технологическое, энергетическое оборудование, здания, помещения др.), где не применяется регулирование потребления энергетических ресурсов при изменении технологических режимов работы оборудования, при изменении условий энергопотребления;
- установления должного уровня учета энергетических ресурсов для обеспечения: составления инструментальных (по данным приборного учета расходных балансов; архивации данных по энергопотреблению; совмещения средств учета с компьютерными системами управления предприятия;
- установления соответствия «центров затрат энергоресурсов» (персонал, управляющий энергопотребляющим оборудованием, обслуживающий энергогенерирующие, энергораспределительные установки; руководители смен, участков, цехов, потребляющих, генерирующих, распределяющих энергетические ресурсы) «центрам ответственности за потребление и затраты на энергоресурсы» (персонал, на котором лежит ответственность за электропотребление);
- определения достаточности уровня нормирования, планирования энергопотребления с учетом дифференцированного (по цехам, технологическим участкам, сменам, оборудованию, зданиям, помещениям) подхода;
- определения достоверности, точности своевременности отчетов за энергопотребление с учетом уровня эффективности использования энергоресурсов.

При выполнении критического анализа энергопотребления проводится:

- сравнительная оценка фактических показателей энергопотребления, энергоэффективности с нормативными, плановыми, с передовыми в отрасли, в мировой практике;

- сравнительная оценка уровней достижения в регулировании процессов энергопотребления с передовыми достижениями на предприятиях отрасли, минерально-сырьевого комплекса, промышленности, передовыми мировыми достижениями;

- сравнительная оценка других полученных показателей, условий процесса энергопотребления и повышения энергоэффективности с передовыми достижениями.

На основании сравнительных оценок делаются выводы: о возможностях направлениях, путях экономии энергоресурсов, повышения уровня энергоэффективности предприятия, о целесообразности, возможности реализации путей повышения энергоэффективности.

На основе этих выводов устанавливаются основные пути реализации потенциала энергосбережения, повышения энергоэффективности.

Реализация указанных возможностей, направлений, путей осуществляются за счет разрабатываемых на четвертом этапе энергоаудита мероприятий по повышению энергетической эффективности.

## **9. Четвертый этап энергоаудита. Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности**

### **9.1. Общие положения**

Типовая структура распределения и потребления ТЭР предприятий по добыче и переработке угля состоит из следующих составляющих:

- системы электроснабжения, состоящей из трансформаторных подстанций, распределительных сетей, электрооборудования, системы внутреннего и внешнего освещения;

- системы теплоснабжения, состоящей из котельных или теплоэлектроцентрали, генерирующих тепло, магистральных и распределительных теплотрасс, центральных тепловых пунктов с системой приготовления воды для горячего водоснабжения и отопления, приточно-вытяжной вентиляции с водяными калориферами;

- системы обеспечения предприятия моторным топливом для технологического и вспомогательного транспорта, включая горюче-смазочные материалы;

- системы водоснабжения, состоящей из водозаборных узлов, системы водоочистки, насосных станций первого и второго подъемов, магистральных водоводов и системы разводки по объектам потребления;

- системы водоотведения с канализационными станциями перекачки и очистными сооружениями;

- системы вентиляции очистных и подготовительных выработок при добыче угля подземным способом;

- системы обеспечения предприятия сжатым воздухом, включающей компрессорную станцию, ресиверы, магистральные и распределительные воздухопроводы.

## **9.2. Разработка мероприятий по повышению эффективности систем электроснабжения и электропотребления**

Как показывает опыт энергетических обследований системы электроснабжения эксплуатируются не в номинальных режимах, электрооборудование и распределительные сети оказываются недогруженными или перегруженными. Это приводит к увеличению доли потерь в трансформаторах, электродвигателях, к снижению коэффициента мощности в системе электроснабжения.

Экономия потребляемой предприятиями по добыче и переработке угля электроэнергии достигается посредством:

- снижения потерь электрической энергии в системе трансформирования, распределения и преобразования (трансформаторы, распределительные сети, электродвигатели, системы электрического внешнего и внутреннего освещения);

- оптимизации режимов эксплуатации технологического электропотребляющего оборудования.

### Системы учета потребления электрической энергии.

На предприятиях по добыче и переработке угля ведется учет расхода потребления электроэнергии. Осуществляется входной коммерческий учет в точках на линии разграничения с энергосбытом, технический учет расхода электроэнергии в крупных узловых точках системы электроснабжения, на наиболее мощных электроустановках и т.д. Если коммерческий учет представляет собой хорошо отлаженную систему, то техническому учету обычно уделяется мало внимания. Это выражается в виде устаревших приборов учета, не способных отображать информацию в реальном режиме времени, отсутствии систематических проверок электросчетчиков. Таким образом, отсутствует достоверная информация об объемах потребления электроэнергии, оперативный учет и контроль за потреблением электроэнергии, что не позволяет своевременно принимать меры по устранению незапланированного потребления электроэнергии.

Мировая и отечественная практика показывает, что перевод системы технического учета с устаревшими электросчетчиками на современные приборы учета, работающие в реальном режиме времени, позволяют на 3 – 5% экономить электроэнергию за счет повышения достоверности информации об объемах потребления электроэнергии, уменьшения потерь, оперативного управления процессом электропотребления.

Система учета электропотребления должна позволять составлять инструментально (по приборам) подтвержденные электробалансы.

### 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, чтобы избежать сверхнормативные потери электрической энергии, нагрузка трансформаторов должна быть более 30%. Экономия электроэнергии обеспечивается за счет отключения недогруженных трансформаторов, увеличивая степень загрузки остальных трансформаторов.

#### Системы регулирования коэффициента мощности.

Основными источниками реактивной мощности на предприятиях по добыче и переработке угля являются асинхронные электродвигатели и трансформаторы всех ступеней трансформации. В сетях и трансформаторах циркулирует дополнительная реактивная мощность, которая приводит к дополнительным активным потерям. Для компенсации реактивной мощности, оцениваемой по величине  $\cos \varphi$ , применяются батареи статических конденсаторов и синхронные электродвигатели, 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.

Здесь необходимо:

- оценить эффективность работы компенсационных устройств,
- проанализировать влияние изменения коэффициента мощности  $\cos \varphi$  на потери в течение суток,
- выбрать режимы работы статических конденсаторов,
- при наличии синхронных электродвигателей, работающих в режиме компенсации реактивной мощности, применить автоматическое управление током возбуждения.

Определенные в соответствии с 2-м и 3-м этапом энергетические потоки, режимы работы электротехнического оборудования, должны позволить рекомендовать следующие мероприятия, повышающие  $\cos \varphi$ :

- Увеличение загрузки асинхронных электродвигателей.
- При снижении мощности, потребляемой асинхронным электродвигателем до 40%, переключение обмоток с “треугольника” на “звезду”.
- Применение ограничителей времени работы асинхронных электродвигателей и сварочных трансформаторов в режиме холостого хода.
- Замена асинхронных электродвигателей синхронными.

- Применение технических средств регулирования режимов работы электродвигателей, в частности, регулятора мощности на базе регулятора напряжения с отрицательной обратной связью по току электродвигателя.

Применение на предприятиях тиристорных устройств (нелинейные нагрузки), оказывает влияние на коэффициент мощности. Основной проблемой использования тиристорных устройств является генерация высших гармоник из-за коммутации тиристоров. В этом случае увеличивается реактивная составляющая мощности в сетях, которая вызывает дополнительные электрические потери. Гармоники существенно влияют на функционирование оборудования, особенно микропроцессорных средств 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.

Для борьбы с высшими гармониками требуется использовать фильтро-компенсирующие устройства (ФКУ), с помощью которых обеспечиваются высокие значения коэффициента мощности.

#### Системы преобразования электрической энергии.

Электродвигатели являются наиболее распространенными потребителями электрической энергии на предприятиях по добыче и переработке угля. На них приходится около 70% потребления электроэнергии. Большую долю установленной мощности составляют асинхронные электродвигатели.

Для разработки мероприятий по энергосбережению во время проведения энергоаудита 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 должно определяться следующими условиями:

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

Если двигатель работает с переменной нагрузкой на валу, требуется разработать мероприятия по повышению энергоэффективности в зависимости от режимов работы:

- При длительной нагрузке не превышающей 30%, следует использовать автоматическую систему переключения обмоток с “треугольника” на “звезду” на период малой загрузки.
- При нагрузке на валу, колеблющейся в пределах 30 – 100%, следует использовать регулятор мощности на базе регулятора напряжения на статоре с отрицательной обратной связью по току статора.

Переключение обмоток с “треугольника” на “звезду” является простейшим методом регулирования асинхронного электродвигателя, длительное время работающего на малой нагрузке. Это позволяет повысить КПД на несколько процентов. Более сложным методом является применение регулятора мощности, который обладает свойством автоматически поддерживать величину КПД близкую к номинальной величине при всех изменениях нагрузки на валу.

В установках с регулированием числа оборотов (насосы, вентиляторы, воздуходувки) требуется применение регулируемых электроприводов, в основном с преобразователями частоты для асинхронных и синхронных электродвигателей. Такие электропривода применяются в системах с переменным расходом (жидкости, воздуха).

Для предприятий по добыче и переработке угля значения экономии электроэнергии при применении регулируемого электропривода находятся в диапазонах:

- в системах приточно-вытяжной вентиляции, работающей в переменных режимах 40 – 50%,
- в воздуходувках и вентиляторах - 30 – 35%,
- в насосах - 25 – 30%.

Проведенные энергетические обследования и выполненные для предприятий минерально-сырьевого комплекса расчеты, показывают, что применение регулируемых электроприводов для компрессорных станций, как правило, экономически не оправдано. Экономия электроэнергии составляет 4 – 5% при значительной стоимости высоковольтного регулируемого электропривода. В связи с этим рекомендуются следующие энергосберегающие мероприятия:

1. Если компрессорные установки выработали свой ресурс и срок эксплуатации составляет 20 – 30 лет, необходима замена существующего оборудования на современные системы выработки сжатого воздуха, обладающие меньшим удельным потреблением электрической энергии (экономия по электроэнергии составляет 8 – 12%).
2. Дискретное регулирование подачи путем включения либо отключения необходимого количества компрессоров на станции в зависимости от потребности в сжатом воздухе по графику воздухопотребления. Для этих целей используются микропроцессорные регуляторы, которые, когда это требуется, останавливают определенное число компрессоров, а затем, когда давление в сети падает, производя их автоматический пуск.
3. Использование затворов на всасывающей линии компрессоров. Система управляется микропроцессорным регулятором, который поддерживает давление в сети между заранее



запрограммированными предельными значениями. Управление производится путем автоматической нагрузки и разгрузки компрессора в зависимости от потребления сжатого воздуха. Если потребление воздуха ниже производительности компрессора, давление в сети увеличивается. Когда давление в сети достигает верхнего предела рабочего давления (давления разгрузки), входной воздушный клапан перекрывает подачу воздуха в компрессорный элемент. Подача сжатого воздуха прекращается (0%), компрессор работает в режиме разгрузки. При падении давления в сети до нижнего предела рабочего давления (давления нагрузки) входной воздушный клапан открывает подачу воздуха в компрессорный элемент. Возобновляется подача сжатого воздуха (100%), компрессор работает в режиме нагрузки.

Система дискретного регулирования подачи совместно с использованием затворов на всасывающей линии компрессоров позволяет снизить потребление на 35 – 40% при переменном режиме работы компрессорной станции.

#### Системы освещения.

В балансе электропотребления предприятиями по добыче и переработке угля на освещение в отдельных случаях приходится до 8%-11% расхода электрической энергии.

Исходными данными для разработки мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности в системе освещения являются: степень использования естественного освещения, оснащенность эффективными источниками искусственного освещения, применение новых технологий регулирования.

Энергетический эффект определяется степенью использования энергоэффективных источников света. На современном этапе развития светотехнического оборудования наиболее энергоэффективными являются светодиодные (СД), натриевые высокого давления (ДНаТ), металлогалогенные (ДРИ) и люминесцентные (ЛБ) лампы. Выбор того или иного типа ламп определяется двумя обстоятельствами: экологическими аспектами и собственно энергоэффективностью.

Энергосбережение в системах освещения обеспечивается следующими мероприятиями:

- Заменой неэнергоэффективных источников света на энергоэффективные.
- Использованием современных светильников.
- Применением современных систем управления.
- Техническими мероприятиями.

Замена ламп накаливания на энергоэффективные позволяет получить следующие величины экономии электрической энергии (средние значения):

- Светодиодные – до 80%.
- Натриевые высокого давления – до 68%.

- Металлогалогенные – до 66%.
- Люминесцентные – до 55%.

Замена ртутных ламп типа ДРЛ на энергоэффективные позволяет получить следующие величины экономии электрической энергии (средние значения):

- Светодиодные – до 52%.
- Натриевые высокого давления – до 45%.
- Металлогалогенные – до 42%.
- Люминесцентные – до 22%.

Для случая, когда соблюдается норма освещенности в реконструируемой системе освещения, рекомендуется замену на энергоэффективные источники света осуществлять без перемонтажа осветительной сети. При этом количество существующих точек подключения светильников остается неизменным, что снижает затраты на монтажные работы.

Замена существующих светильников на современные позволяет сократить количество заменяемых источников освещения путем увеличения их светоотдачи (лм/Вт) за счет большей отражательной способности. Использование современной осветительной арматуры с пленочными отражателями на люминесцентных светильниках позволяет на 40% сократить число ламп. Современные светильники промышленного назначения имеют отражатель из алюминия с электрохимической полировкой, например, R415, с высокой отражательной способностью – на 20% выше по сравнению с рядовыми светильниками.

Модернизация системы освещения посредством применения современных систем управления позволяет на 20 – 30% экономить электрическую энергию, затрачиваемую на освещение. Основные рекомендуемые мероприятия:

- Применение аппаратуры для зонального отключения освещения.
- Использование эффективных электротехнических компонентов светильников, например, балластных дросселей с низким уровнем потерь.
- Применение в комплекте светильников взамен стандартной пускорегулирующей аппаратуры (ПРА) электронной ПРА.
- Применение автоматических выключателей для систем дежурного освещения в зонах непостоянного, временного пребывания персонала. Управление включением освещения может осуществляться от инфракрасных и другого типа датчиков, реле времени и т.д.

Технические мероприятия в системе освещения следует применять в тех случаях, когда данные по освещенности оказываются значительно ниже нормированной освещенности. Обычно такое положение возникает из-за санитарного состояния помещения или осветительной арматуры. В этом случае рекомендуются следующие мероприятия:

- Чистка светильников.
- Очистка стекол световых проемов.
- Окраска помещений в светлые тона.
- Своевременная замена перегоревших ламп.

Невыполнение предлагаемых мероприятий заставляет персонал устанавливать дополнительные источники освещения, повышающие расход электрической энергии сверх нормативных значений.

### **9.3. Разработка мероприятий по повышению эффективности использования теплоэнергии**

#### Системы учета расхода тепловой энергии.

На предприятиях по добыче и переработке угля ведется учет расхода тепловой энергии. Вместе с тем возможна ситуация, когда система учета не обеспечивает учет распределения тепловой энергии между подразделениями. Такое состояние не позволяет получить достоверную информацию по теплопотреблению, по ее эффективному использованию.

Как показывает практика проведения энергетических обследований системе учета тепловой энергии уделяется мало внимания, особенно при наличии собственной котельной. Это связано с высокими стоимостными показателями современных приборов учета тепловой энергии и необходимостью создания информационной сети для получения информации в реальном режиме времени. Таким образом, отсутствует достоверная информация об объемах потребления тепловой энергии на отопление и ГВС отдельными подразделениями, оперативный учет и контроль над потреблением тепловой энергии, что не позволяет своевременно принимать меры к незапланированному потреблению энергоресурсов.

Мировая и отечественная практика показывает, что современный учет тепловой энергии позволяет снизить платежи за тепловую энергию от 3,5% до 5,5% за счет повышения достоверности информации об объемах потребления теплоэнергии, уменьшения коммерческих потерь, оперативного управления процессом потребления.

#### Котельное оборудование.

Раз в 3 – 5 лет в котельных должны проводиться наладочные работы и тепловые балансовые испытания, в которых проверяется КПД котлов, подбирается оптимальный, по результатам газового анализа, коэффициент избытка воздуха на различных режимах нагрузки котлов. Составляются режимные карты работы котлов. Эти работы проводятся специализированными наладочными организациями.

Поддержка оптимального режима работы котельных должна осуществляться посредством следующих энергосберегающих мероприятий:

1. Снижение присосов воздуха по газовому тракту котлоагрегата. Снижение присоса на 0,1% дает экономию по топливу на 0,5%.
2. Установка водяного экономайзера за котлом дает экономию 5 – 6%.
3. Применение за котлоагрегатами установок глубокой утилизации, установок использования скрытой теплоты парообразования уходящих дымовых газов (контактный теплообменник) – экономия до 15%.
4. Применение вакуумного деаэрата – экономия 1%.
5. Снижение температуры отходящих дымовых газов. Снижение на 10<sup>0</sup>С дает экономию на 0,6% для сухих топлив и 0,7% для влажных топлив.
6. Повышение температуры питательной воды на входе в барабан котла. Повышение на 10<sup>0</sup>С (Р = 13 ата и КПД = 0,8) дает экономию на 2%.
7. Подогрев питательной воды в водяном экономайзере. Подогрев на 6<sup>0</sup>С дает 1% экономии.
8. Установка обдувочного агрегата для очистки наружных поверхностей нагрева – экономия 2%.
9. Перевод работы парового котла на водогрейный режим – экономия 2%.
10. Наладка оборудования и его эксплуатация в режиме управления КИП – экономия 3%.
11. Забор воздуха из верхней зоны котельного зала и подачей его во всасывающую линию дутьевого вентилятора – экономия 17 кг у.т. на каждые 1000 м<sup>3</sup> газообразного топлива.
12. Возврат конденсата в систему питания котлов. Экономические потери от невозврата конденсата значительно превышают потери тепловой энергии, связанные с частичным недоиспользованием его тепла.
13. Теплоизоляция наружных и внутренних поверхностей котлов и трубопроводов, уплотнение клапанов и тракта котлов (температура на поверхности обмуровки не должна превышать 55<sup>0</sup>С) – экономия 2%.
14. Применение частотно-регулируемого электропривода для регулирования частоты вращения насосов, нагнетателей и дымососов – экономия до 30% от потребляемой ими электроэнергии.

#### Системы магистральных и распределительных теплотрасс.

Тепловые потери на магистральных и распределительных трассах, как показывают данные энергоаудитов, достигают 15 – 17%.

Снижение тепловых потерь на теплотрассах должно обеспечиваться посредством следующих энергосберегающих мероприятий:

1. Замена труб с изоляцией на основе минваты при сроке эксплуатации 30 и более лет на трубы с современной теплоизоляцией, например, пенополиуретана с термостойкостью 150<sup>0</sup>С. Мероприятие позволяет ликвидировать сверхнормативные теплотери и привести

их к нормативным. Срок окупаемости таких энергосберегающих мероприятий составляет, как правило, не более 2-х лет. Дополнительно обеспечиваются лучшие условия доставки теплоносителя к потребителю за счет устранения сужения проходного диаметра вследствие накипи на стенках труб.

2. Замена устаревшей теплоизоляции на новую. Если позволяют условия эксплуатации теплотрасс, то рекомендуется устаревшую теплоизоляцию из минеральной ваты заменить на пенополиуретановую скорлупу, имеющую срок эксплуатации до 25 лет. Срок окупаемости, как правило, не превышает 1,5 года.
3. Выполнение теплоизоляционных работ на неизолированной запорной арматуре тепловых сетей. Экономия тепловой энергии составляет 8 – 10% от объема потерь на теплотрассе.

#### Центральные тепловые пункты.

Рекомендуемые энергосберегающие мероприятия:

1. Замена устаревшего оборудования на современные. Например, замена теплообменника устаревшего типа на пластинчатый.
2. Чистка и промывка теплообменника с устранением отложений, которые приводят к увеличению гидравлических сопротивлений и ухудшению процесса теплообмена.
3. Теплоизоляция трубопроводов и наружных поверхностей.

Комплекс энергосберегающих мероприятий на существующем оборудовании тепловых пунктов позволяет снизить тепловые потери до 15%.

#### Здания и сооружения.

Через ограждающие конструкции зданий и сооружений в атмосферу теряется большая часть тепловой энергии. На отопление и приточно-вытяжную вентиляцию зданий и сооружений различного назначения расходуется в отдельных случаях до 40% ТЭР предприятия. Это связано с тем, что конструкции зданий и сооружений не соответствуют современным энергетическим требованиям. Для устранения сверхнормативных потерь тепловой энергии через ограждающие конструкции зданий и сооружений должны применяться следующие мероприятия:

1. Двойное и тройное остекление оконного проема. Потери тепла через оконные проемы в 4 – 6 раз выше, чем через стены. Дополнительное остекление позволяет в 1,5 – 2 раза снизить тепловые потери.
2. Размещение между рамами окон дополнительного слоя пленки с покрытием, отражающим инфракрасное излучение из помещения и увеличивающей термическое сопротивление между стеклами, обеспечивает снижение теплопотерь через окна почти в четыре раза.
3. Обеспечение хорошей герметичности стыков панелей, тамбуров и окон лестничных клеток.

4. Установка индивидуальных автоматических регуляторов на батареях отопления и теплопотребляющих приборах.
5. Окраска фасада зданий специальной теплоотражающей краской.

Основные резервы энергосбережения лежат в сфере реконструкции зданий и сооружений. Практика реализации указанных мероприятий показывает, что экономится около 42% тепловой энергии на отопление.

#### **9.4. Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности систем вентиляции**

Доля вентиляционных систем в общем потреблении энергии на предприятиях по добыче и переработке угля может достигать значительных величин. При обогреве зданий с помощью воздушных систем отопления возникают большие потери, соизмеримые с расчетным теплопотреблением на отопление здания, за счет инфильтрации наружного воздуха через неплотности ограждения зданий. Для снижения теплопотерь в системе приточно-вытяжной вентиляции требуется выполнение следующих рекомендаций:

1. Создание переходных камер на дверях (тамбуров).
2. Установка автоматической системы включения воздушных завес при открывании дверных проемов.
3. Уплотнение строительных ограждающих конструкций здания.
4. Проверка герметичности вентиляционных воздуховодов для уменьшения расхода воздуха, тепла и потребляемой мощности электродвигателем вентилятора.
5. Отключение вентиляции или уменьшение подачи вентилятора в ночные и нерабочие периоды.
6. Своевременная очистка воздушных фильтров для уменьшения их аэродинамического сопротивления.
7. Организация рекуперации тепловой энергии в количестве не менее 50% теплоты удаляемого воздуха.
8. Применение систем частотно-регулируемого электропривода вентиляторов вместо регулирования заслонкой, что позволяет:

- регулировать расход воздуха через вентиляционную систему в соответствии с потребностями производства, что уменьшает потребляемую мощность вентиляционной установкой;

- уменьшать потери давления вследствие снижения скорости воздуха в воздуховодах при работе привода на пониженных оборотах и, следовательно, уменьшить утечки тепловых потоков;

- обеспечить согласование рабочих характеристик вентилятора с характеристикой вентиляционной сети, что приводит к оптимальному потреблению мощности вентиляционным агрегатом.

Применение комплекса мероприятий в системе приточно-вытяжной вентиляции позволяет снизить потребление электрической энергии вентиляторными установками в среднем на 30% и тепловой энергии – на 40%.

#### **9.5. Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности систем потребления моторного топлива**

Доля моторного топлива, включая горюче-смазочные материалы, в балансе потребления топливно-энергетических ресурсов на предприятиях по добыче и переработке угля может составлять в отдельных случаях до 10 – 15% . Большая величина потребления относится к открытым горным работам, где применяется большегрузный технологический транспорт. Основной проблемой транспорта является его нецелевое использование с холостым пробегом, приписки и хищение моторного топлива. Поэтому для мониторинга транспортных средств целесообразно применять системы «спутникового контроля автотранспорта и учёта топлива» на базе GPS Скаут или ГЛОНАСС Навис. Система обеспечивает:

- мониторинг текущего местоположения автомобилей с периодом опроса каждого от 10 секунд;
- сохранение до 300 тысяч записей с информацией о скорости, показаний датчиков;
- систему контроля расхода топлива с точным измерением пробега, обнаружением сливов и информированием о среднем расходе на 100 км;
- систему автоматического анализа эффективности грузоперевозок со статистическим отчетом по множеству параметров автотранспорта.

Система на базе ГЛОНАСС Навис позволяет сэкономить до 25% затрат на моторное топливо.

#### **9.6. Разработка мероприятий по повышению энергоэффективности систем водопотребления и водоотведения**

Основным направлением, обеспечивающим энергоэффективные режимы работы насосных установок, является применение частотно-регулируемых электроприводов с автоматической системой стабилизацией давления при переменном расходе или с автоматической системой стабилизацией уровня в емкости (зумпфе) при переменном притоке жидкости в емкость. Экономия по электроэнергии в этих системах составляет 25 – 35% по сравнению с неэкономичным режимом работы насосной установки.

Применение частотно-регулируемого электропривода целесообразно при сроке окупаемости энергосберегающих мероприятий до 3-х лет, когда:

- насосная установка подает жидкость непосредственно в сеть (насосные станции II и III подъемов, станции подкачки и т.п.);

- диапазон колебания водопотребления или притока достаточно большой и составляет не менее 15 – 20% максимальной подачи;

- динамическая составляющая водоподдачи достаточно большая и составляет не менее 20 – 30% общей высоты подъема жидкости;

- технологические особенности требуют подачу жидкости в определенном объеме, при котором обеспечивается необходимое качество продукции.

Кроме применения частотного привода насосных установок требуется выполнять дополнительные энергосберегающие мероприятия в системе водоснабжения и водоотведения, а именно:

1. Установку современных приборов учета водопотребления с АСКУЭ. Мировая и отечественная практика показывает, что экономия по водопотреблению составляет от 4 до 6% за счет получения достоверной информации, которая позволяет обеспечить нормативно-расчетное планирование и объективную балансовую отчетность по водопотреблению.

2. Устранение утечек в системе водоснабжения.

3. Замена износившихся трубопроводов и труб с заниженным диаметром в системе водоснабжения.

4. Установка современной водоразборной арматуры с автоматическим включением и отключение воды.

Разработанные мероприятия по повышению энергоэффективности должны быть дополнены технико-экономической оценкой, по результатам которой делаются выводы о включении мероприятий в Энергетический паспорт и в Программу повышения энергоэффективности предприятия

#### **10. Пятый этап энергоаудита. Техничко-экономическая оценка мероприятий по повышению энергоэффективности**

Мероприятия по повышению энергоэффективности должны иметь технико-экономическую оценку. Расчетные данные представляются в Приложениях №20 и №21 Энергетического паспорта потребителя топливно-энергетических ресурсов.

В отчете по энергоаудиту технико-экономические оценки представляются в виде технико-экономических обоснований (ТЭО) предлагаемых мероприятий по повышению энергоэффективности. Если количество ТЭО значительно и занимают достаточно большой объем, они могут быть представлены в виде приложения к отчету по энергоаудиту.

Техничко-экономическое обоснование в виде документа должно иметь следующую структуру.

- Титульный лист.



- Вводная часть.
- Аннотация
- Историческая справка.
- Техническое решение.
- Капитальные затраты.
- Эксплуатационные затраты и экономия.
- Расчет коммулятивного денежного потока и периода окупаемости вложений.
- Трудовые и социальные вопросы.
- Экологическая оценка.
- Выводы.

### Титульный лист

Титульный лист представлен на рисунке 10.1. На полях титульного листа должны быть представлены: 1 – Наименование вышестоящей организации; 2 – Наименование предприятия – потребителя топливно-энергетических ресурсов; 3 – Поле согласования подразделения (цеха), где предполагается внедрение мероприятия по повышению энергоэффективности; 4 – Поле утверждения ТЭО руководителем предприятия – потребителя топливно-энергетических ресурсов; 5 – Наименование мероприятия по повышению энергоэффективности; 6 – Поле согласования руководителей подразделения (цеха), ответственных за внедрение мероприятия по повышению энергоэффективности; 7 – Поле согласования руководителей, ответственных за инвестиционную программу; 8 – Город, год разработки.

### Вводная часть

Во вводной части приводятся краткие сведения о договоре между предприятием – потребителем топливно-энергетических ресурсов и энергоаудиторской организацией, проводившей энергетическое обследование, являющимся основанием для разработки ТЭО.

Приводятся основные данные, полученные в результате разработки ТЭО:

- капитальные затраты – . . . . тыс. руб;
- снижение объема потребления ТЭР – . . . . кВт\*ч/год, Гкал/год и т.д. в зависимости от вида ТЭР;
- снижение затрат по ТЭР – . . . . тыс. руб/год;
- дисконтированный срок окупаемости – . . . . лет (года);
- ставка дисконта – . . . . %.

### Аннотация

Приводятся в краткой форме сведения о предлагаемом мероприятии по повышению энергоэффективности. Пути решения поставленной задачи и ожидаемый результат.

### Историческая справка

В исторической справке приводятся сведения о существующих режимах работы энергоснабжающего, энергопотребляющего оборудования на момент проведения энергетического обследования. Даются данные по типу, количеству, составу оборудования, потребляемой энергии и т.п., которые рекомендуется приводить в табличной форме. Технологические процессы, влияющие на энергопотребляющие показатели, необходимо для наглядности представлять в виде функциональных схем, показывающих взаимосвязи между отдельными элементами.

### Техническое решение

В качестве предлагаемых могут быть как организационные, так и технические решения. Техническое решение направлено на внедрение намеченного мероприятия по повышению энергоэффективности отдельного оборудования или системы в целом. При технических мероприятиях выбирается более энергоэффективное оборудование взамен существующего, изменение режимов энергопотребления, изменения в технологии, направленные на повышение энергоэффективности, и т.п.

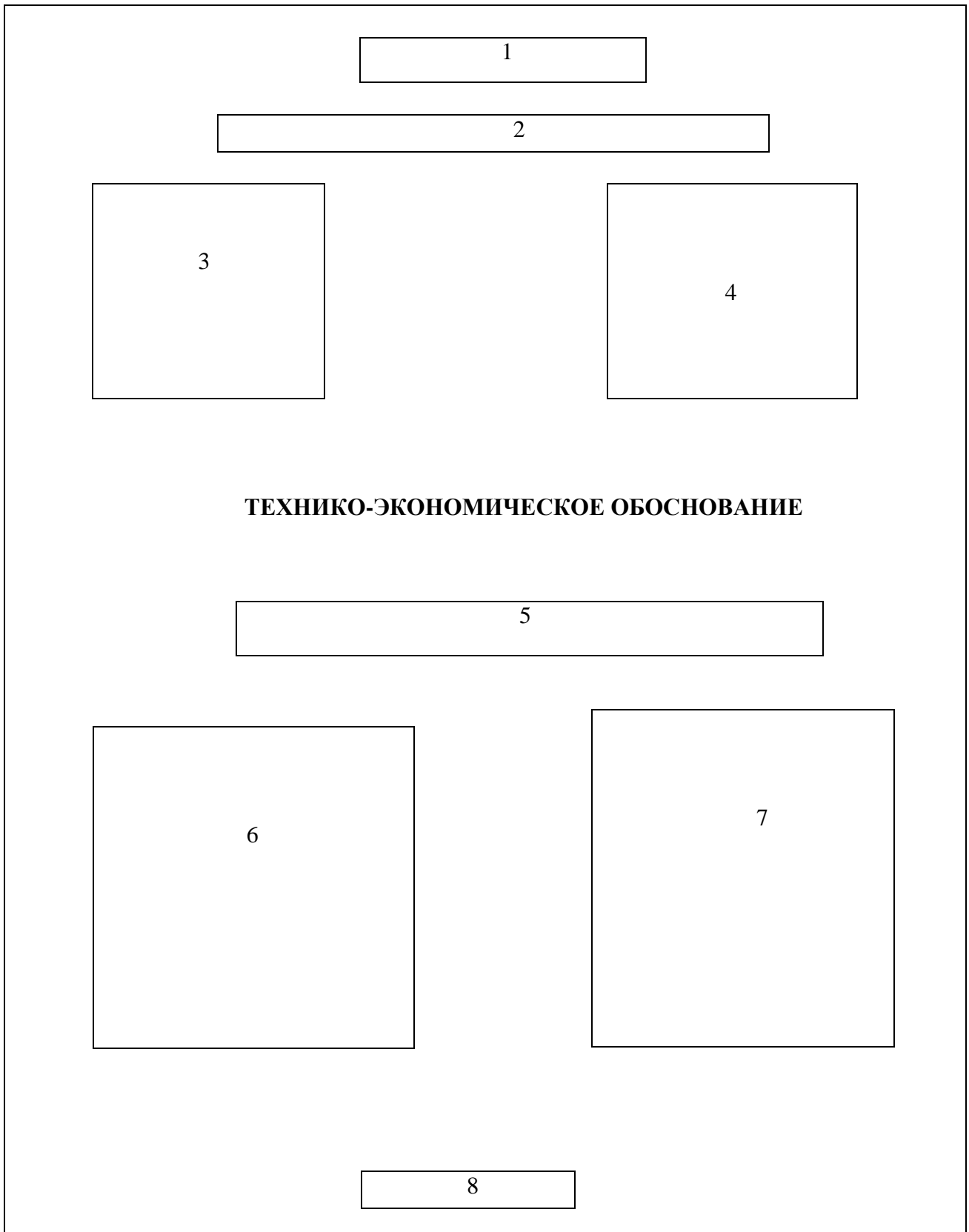


Рисунок 10.1 – К правилу оформления титульного листа

### Капитальные затраты

Капитальные затраты включают в себя затраты на приобретение оборудования, затраты на проектные, монтажные работы и затраты на доставку оборудования. Рекомендуется свести расчет этих затрат в табличную форму (таблица 10.1).

Таблица 10.1- Расчет капитальных затрат

№ п/п	Наименование статей затрат	Затраты, тыс. руб.
1.	Стоимость оборудования	
2.	Стоимость сооружений	
3.	Проектные и электромонтажные работы	
4.	Доставка	
<b>Итого:</b>		

### Эксплуатационные затраты и экономия энергетических ресурсов

Производится расчет эксплуатационных затрат и экономии энергетических ресурсов. Полученные при расчете эксплуатационных затрат и экономии энергетических ресурсов сводятся в таблицу (таблица 10.2.)

Таблица 10.2- Расчет эксплуатационных затрат и экономии

№ п/п	Наименование статей	Размерность	Значение
1	Потребление ТЭР на момент проведение энергетического обследования		
1.1	Объем потребления ТЭР в натуральном выражении	ед./год	
1.2	Тариф на ТЭР	руб/ед.	
1.3	Стоимость потребленного ТЭР	тыс. руб/год	
2	Потребление ТЭР в результате внедрения энергосберегающего мероприятия		
2.1	Объем потребления ТЭР в натуральном выражении	ед./год	
2.2	Тариф на ТЭР	руб/ед.	
2.3.	Стоимость потребленного ТЭР	тыс. руб/год	
3	Экономия ТЭР в натуральном выражении	ед./год	
4	Снижение затрат по ТЭР	тыс. руб/год	

### Расчет коммулятивного денежного потока и периода окупаемости вложений

Прогнозный расчет выполняется на период действия энергетического паспорта потребителя топливно-энергетических ресурсов, сроком до пяти лет. Результаты расчетов характеризуют накопление средств за пять лет, получаемых в результате экономии ТЭР по предложенным энергосберегающим мероприятиям и срок окупаемости энергосберегающего мероприятия. Коммулятивный поток денежных средств и срок окупаемости рассчитываются без учета и с учетом дисконта. Расчетные данные по коммулятивному денежному потоку и периода окупаемости сводятся в форму в виде таблицы 10.3.

Таблица 10.3 – Расчет коммулятивного денежного потока (тыс. руб.) и периода окупаемости

Экономический эффект	Годы				
	20 ...	20 ...	20 ...	20 ...	20 ...
Снижение эксплуатационных затрат					
Минус амортизация					
Чистая прибыль					
Минус капитальные затраты					
Чистый поток денежных средств					
Коммулятивный поток денежных средств					
<b>Недисконтируемый период окупаемости – ... года</b>					
Ставка дисконта – ...%					
Коэффициент дисконтирования					
Дисконтированный поток денежных средств					
Коммулятивный дисконтированный поток денежных средств					
<b>Дисконтируемый период окупаемости (дисконт – ...%) – ... года</b>					

Годы проставляются по возрастанию от согласованного с заказчиком года внедрения энергосберегающего проекта.

Снижение эксплуатационных затрат берутся в соответствии с данными таблицы 10.1. Снижение эксплуатационных затрат можно считать одинаковыми на все годы, однако следует сделать ссылку на их большее снижение из-за роста тарифов на энергоресурсы.

Амортизационные отчисления на оборудование принимаются в соответствии с нормами амортизационных отчислений. При определении амортизационных отчислений не учитываются затраты на проектирование, монтаж и доставку.

Чистая прибыль определяется как разность между снижением эксплуатационных затрат и амортизационными отчислениями.

Капитальные затраты по данным таблицы 10.1. учитываются только в год внедрения энергосберегающего проекта. В остальных графах строки проставляется 0.

Чистый поток денежных средств определяется по каждому году в результате вычитания из чистой прибыли капитальных затрат.

Коммулятивный поток денежных средств определяется последовательным сложением данных, полученных в строке по чистому потоку денежных средств

Недисконтируемый период окупаемости энергосберегающего проекта определяется по формуле

$$T_{ок} = \frac{K}{\mathcal{E}_{ТЭР} - A}, \text{ года (лет)}, \quad (10.1)$$

где  $K$  - капитальные затраты, тыс. руб;  $\mathcal{E}_{ТЭР}$  - экономия затрат на ТЭР, тыс. руб/год;  $A$  - амортизационные отчисления, тыс. руб/год.

Ставка дисконта характеризует положение в экономической области страны, учитывая комплекс показателей по банковским заемным средствам, инфляционным процессам и т.д. Обычно эта величина составляет для России в последние годы от 10% и выше. Для расчета коммулятивного потока денежных средств используется коэффициент дисконтирования, который вычисляется по выражению

$$K_i = \frac{1}{(1+d)^{T_i}}, \quad (10.2)$$

где  $K_i$  - коэффициент дисконтирования по каждому  $i$ -му году;  $d$  - ставка дисконта в относительных единицах;  $T_i$  -  $i$ -ый год (1, 2, 3, 4, 5).

Дисконтированный поток денежных средств получают путем умножения данных по чистому потоку денежных средств на коэффициент дисконтирования.

Коммулятивный дисконтированный поток денежных средств определяется последовательным сложением данных, полученных в строке по дисконтированному потоку денежных средств.

Дисконтированный период окупаемости энергосберегающего проекта определяется на основании выражения

$$T_{ок.d} = T_{ок} (1 + d), \text{ года (лет)}, \quad (10.3)$$

где  $T_{ок}$  - недисконтируемый период окупаемости.

#### Трудовые и социальные вопросы

Освещаются вопросы увеличения или уменьшения численности персонала, другие социальные аспекты при внедрении энергосберегающего проекта.

#### Экологическая оценка

Раскрываются вопросы, связанные с улучшением или ухудшением экологической обстановки в районе расположения предприятия при внедрении энергосберегающего проекта.

#### Выводы

Обобщаются данные, полученные в ходе разработки ТЭО. Даются рекомендации о целесообразности использования энергосберегающего проекта по периоду его окупаемости и срокам внедрения.

### **11. Шестой этап энергоаудита. Составление энергетического паспорта потребителя энергетических ресурсов**

#### **11.1. Рекомендации по оформлению отчета по результатам энергетического обследования**

Отчет по энергетическому обследованию должен содержать описательную и аналитическую части.

В описательной части представляется вся информация об обследуемом предприятии/организации, имеющая отношение к вопросам энергоиспользования, а также общая характеристика объекта исследования.

В аналитической части приводится анализ эффективности энергоиспользования, описываются энергосберегающие мероприятия и порядок их выполнения. Составляется сводная таблица энергосберегающих мероприятий.

В результатах энергетического обследования или энергоаудита должна быть дана оценка эффективности использования ТЭР в организации, раскрыты причины выявленных нарушений в их использовании, определены имеющиеся резервы экономии ТЭР, предложены технические и организационные энергосберегающие решения с указанием прогнозируемой экономии в физическом и денежном выражении, а также оценкой стоимости их реализации.

Рекомендации по энергосбережению и рациональному использованию ТЭР не должны снижать экологические характеристики работающего оборудования и технологических процессов, уровень безопасности и комфортности работы персонала, качество продукции и безопасность персонала.

Отчет должен быть кратким и конкретным, все расчеты и материалы обследования следует выносить в приложения. Основные числовые данные (состав энергоносителей, структуру энергопотребления, структуру затрат на энергоносители и ряд других) надо представлять в виде таблиц, графиков, диаграмм. Суточные и другие графики потребления различных энергоносителей следует представлять в виде линейных или столбчатых графиков.

По результатам энергоаудита должен разрабатываться энергетический паспорт потребителя энергетических ресурсов, а также предлагаться программа (рекомендации) по повышению эффективности использования ТЭР, снижению затрат на топливо- и энергообеспечение и внедрению энергосберегающих мероприятий.

## **11.2. Структура энергетического паспорта**

Энергетический паспорт потребителя топливно-энергетических ресурсов состоит из следующих разделов.

- Введение.
- Общие сведения о потребителе топливно-энергетических ресурсов.
- Сведения о потреблении топливно-энергетических ресурсов.
- Сведения об эффективности использования топливно-энергетических ресурсов.
- Мероприятия по энергосбережению и повышению эффективности использования ТЭР
- Заключение.
- Приложения.

### Введение

Во введении приводятся основание, цели и задачи энергетического обследования предприятия.

### Общие сведения о потребителе топливно-энергетических ресурсов

Приводятся данные о регионе расположения предприятия, история развития предприятия, организационная структура предприятия, общие сведения о продукции и объемах его производства.

### Сведения о потреблении топливно-энергетических ресурсов

Приводятся данные о видах ТЭР, потребителем которых является предприятие. Сведения о потреблении воздуха нормального и высокого давления, использовании воды хозяйственного и технологического назначения и т.д.



Данные по энергопотреблению, воздуха и воды приводятся за последние полные пять лет. Данные по энергопотреблению приводятся в табличной форме (таблица 11.1).

Данная таблица заполняется из последних пяти лет.

При составлении таблицы 11.1. необходимо потребление ТЭР приводить к единому энергетическому эквиваленту. Приведение производится в соответствии с данными таблицы 11.2.

Таблица 11.1 – Энергопотребление в 20 . . . году

ТЭР	Единица измерения	Потребление	Энергосодержание, т.у.т./ед.	Энергетический эквивалент, тыс.т.у.т.	% по эн. эквиваленту	Стоимость, тыс. руб.	% по стоимости	Ст-ть ед. эн. эквив., тыс.р/т.у.т.
Итого								

Таблица 11.2.– Энергосодержание топливно-энергетических ресурсов

Топливо-энергетические ресурсы	Единица измерения	Энергосодержание, ГДж/ед	Энергосодержание, т у.т./ед
Электроэнергия	кВт*час	0,0036	$0,12276 \cdot 10^{-3}$
Древесина	тонна	12,4	0,4228
Торф	тонна	12,1	0,4126
Бурый уголь	тонна	13,0	0,4433
Каменный уголь	тонна	27,0	0,9207
Антрацит	тонна	28,0	0,9548
Кокс	тонна	29,3	0,9991
Сланец эстонский	тонна	9,6	0,3273
Бензин	тонна	44,0	1,5
Керосин	тонна	43,5	1,4833
Дизельное топливо	тонна	43,0	1,4663
Мазут	тонна	40,6	1,3845
Сланцевый мазут	тонна	38,0	1,2958
Нефть сырая	тонна	40,2	1,3708
Сжиженный газ	тонна	45,2	1,5413
Природный газ	тыс. м <sup>3</sup>	33,5	1,1424
Сланцевый газ	тыс. м <sup>3</sup>	14,5	0,4945

Кроме энергосодержания ТЭР, приходится устанавливать определенные соотношения по единицам измерения энергии между видами используемых ТЭР. Данные по единицам измерения энергии и соотношения между ними имеют вид:

$$1 \text{ Гкал} = 10^9 \text{ кал} = 10^6 \text{ ккал} = 10^3 \text{ Мкал} = 4187 \text{ МДж} = 1163 \text{ кВт*ч} = 142,8 \text{ кг у.т.}$$

$$1 \text{ ГВт*ч} = 10^9 \text{ Вт*ч} = 10^6 \text{ МВт*ч} = 3,6 \text{ ТДж} = 860 \text{ Гкал} = 122,8 \text{ т у.т.}$$

$$1 \text{ ГДж} = 10^9 \text{ Дж} = 10^3 \text{ МДж} = 10^6 \text{ кДж} = 238,8 \text{ Мкал} = 278 \text{ кВт*ч} = 34,1 \text{ кг у.т.}$$

$$1 \text{ т у.т.} = 10^6 \text{ г у.т.} = 10^3 \text{ кг у.т.} = 7 \text{ Гкал} = 29,3 \text{ ГДж} = 8141 \text{ кВт*ч} = 0,93 \text{ кВт*ч*год.}$$

$$1 \text{ кВт*ч*год} = 8760 \text{ кВт*ч} = 1,076 \text{ т у.т.}$$

При исчислении энергетических эквивалентов следует применять кратные значения единиц, приведенные таблице 11.3., позволяющих избежать подобные ошибки.

#### Сведения об эффективности использования топливно-энергетических ресурсов

Приводятся данные о политике энергосбережения на предприятии в виде организационно-технических мероприятий по энергосбережению и снижению затрат на энергоресурсы. Приводятся данные по анализу потребления основных ТЭР и их соответствие нормативным показателям.

Таблица 11.3– Приставки для образования наименований кратных и дольных единиц

Кратность и дольность	Наименование приставки	Обозначение	
		русскими буквами	латинскими или греческими буквами
$1\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{12}$	тера	Т	T
$1\ 000\ 000\ 000 = 10^9$	гига	Г	G
$1\ 000\ 000 = 10^6$	мега	М	M
$1\ 000 = 10^3$	кило	к	k
$100 = 10^2$	гекто	г	h
$10 = 10^1$	дека	да	da
$0,1 = 10^{-1}$	деци	д	d
$0,01 = 10^{-2}$	санти	с	c
$0,001 = 10^{-3}$	милли	м	m
$0,000001 = 10^{-6}$	микро	мк	$\mu$
$0,000000001 = 10^{-9}$	нано	н	n
$0,000000000001 = 10^{-12}$	пико	п	p

#### Мероприятия по энергосбережению и повышению эффективности использования ТЭР

Приводятся данные мероприятий по энергосбережению и повышению эффективности использования ТЭР, полученные в ходе разработки ТЭО.

#### Заключение

В заключении приводятся в кратком виде обобщенные данные анализа по потреблению ТЭР, воздуха, воды и других ресурсов, по эффективности их использования. Приводится обобщенная оценка потенциала энергосбережения по предложенным мероприятиям, направленным на повышение энергоэффективности.

## Приложения

Приложения к энергетическому паспорту потребителя топливно-энергетических ресурсов (в виде форм таблиц) являются комплектом документов, отражающих баланс потребления энергетических ресурсов, показатели эффективности их использования в процессе хозяйственной деятельности предприятия, потенциал энергосбережения, а также сведения об энергосберегающих мероприятиях.

Указанные формы приведены в приложениях № 1 – 23 к энергетическому паспорту, составленному по результатам обязательного энергетического обследования, и энергетическому паспорту, составленному на основании проектной документации.

### **11.3. Указания по заполнению форм энергетического паспорта**

Форма энергетического паспорта по приложению № 1 представляет собой титульный лист к приложениям энергетического паспорта. Приводятся данные по саморегулируемой организации и наименованию организации, проводившей энергетическое обследование. В нижней части листа приводится наименование обследованной организации, подписи и печати лица (юридического лица), проводившего энергетическое обследование и руководителя предприятия, заказавшего проведение энергетического обследования. Месяц и год составления паспорта должен соответствовать дате регистрации.

Форма энергетического паспорта по приложению № 2 содержит:

Общие сведения об объекте энергетического обследования. Приводится полное наименование предприятия, организации. п.п. 1 – 9 заполняются в соответствии с названием пунктов.

Таблица 1 должна содержать данные за последние пять лет, включая предшествующие четыре года и полный последний отчетный (базовый) год.

Энергоемкость производства продукции (п.11) определяется как отношение потребления энергетических ресурсов (п.7) к объему производства продукции (п.2).

Энергоемкость производства продукции по номенклатуре основной продукции (п.12) определяется как отношение потребления энергетических ресурсов по номенклатуре основной продукции (п.8) к объему потребления энергетических ресурсов по номенклатуре основной продукции (п.9).

Доля платы за энергетические ресурсы в стоимости произведенной продукции (п.13) определяется как отношение объема потребления энергетических ресурсов по номенклатуре основной продукции (п.9) к объему производства основной продукции (п.4).

Таблица 2. Сведения об обособленных подразделениях организации. Заполняется при наличии обособленных подразделений.

Форма энергетического паспорта по приложению № 3 содержит:

Сведения об оснащенности приборами учета. В таблицу вносятся данные по количеству оборудованных приборами вводов. В случае отсутствия какого-либо ТЭР, в соответствующих графах проставляются прочерки. В рекомендациях по совершенствованию системы учета предлагаются мероприятия, обеспечивающие повышение энергоэффективности за счет современного приборного учета.

Форма энергетического паспорта по приложению № 4 содержит:

Сведения о потреблении энергетических ресурсов и их изменениях. Таблица должна содержать фактические данные за последние пять лет, включая предшествующие четыре года и полный последний отчетный (базовый) год. В случае отсутствия какого-либо ТЭР, в соответствующих графах проставляются прочерки.

В обосновании снижения или увеличения потребления ТЭР за предшествующие годы необходимо указать причины, повлиявшие на эти изменения.

Форма энергетического паспорта по приложению № 5 содержит:

Сведения по балансу электрической энергии и его изменениях. Таблица должна содержать фактические данные за последние пять лет, включая предшествующие четыре года и полный последний отчетный (базовый) год. Указывается приход электроэнергии от стороннего и собственного источников. В случае использования только одного из названных источников, вместо прихода по другому источнику проставляются прочерки. Расход делится на технологический, собственные нужды и для сторонних потребителей. Потери электроэнергии определяются на основе нормативных показателей и фактических данных, полученных приборным учетом при энергетическом обследовании предприятия. Расход должен соответствовать приходу.

Прогноз на последующие пять лет составляется с учетом двух факторов. Во-первых, учитывается план развития или свертывания производства. В зависимости от этого зависит объем потребления ТЭР и удельные показатели. Во-вторых, учитываются предложенные энергосберегающие мероприятия, направленные на снижение потребления ТЭР.

Форма энергетического паспорта по приложению № 6 содержит:

Сведения по балансу тепловой энергии и его изменениях. Таблица должна содержать фактические данные за последние пять лет, включая предшествующие четыре года и полный последний отчетный (базовый) год. Указывается приход тепловой энергии от стороннего источника и собственной котельной. В случае использования только одного из названных источников, вместо прихода по другому источнику проставляются прочерки. Расход делится на технологический, отопление и вентиляцию, горячее водоснабжение и сторонние потребители. Потери в сетях, нерациональные технологические потери в системах отопления, вентиляции и

горячего водоснабжения устанавливаются в результате инструментального обследования. При этом определяются нерациональные потери. Расход должен соответствовать приходу.

Прогноз на последующие пять лет составляется с учетом двух факторов. Во-первых, учитывается план развития или свертывания производства. В зависимости от этого зависит объем потребления ТЭР на технологические нужды и удельные показатели. Во-вторых, учитываются предложенные энергосберегающие мероприятия, направленные на снижение потребления ТЭР.

Форма энергетического паспорта по приложению № 7 содержит:

Сведения по балансу потребления котельно-печного топлива и его изменениях. В случае отсутствия собственной котельной или ТЭС и технология не использует котельно-печное топливо, таблица не заполняется и делается соответствующая сноска. Прогноз на последующие пять лет составляется с учетом предложений по энергосберегающим мероприятиям, направленных на снижение потребления ТЭР.

Форма энергетического паспорта по приложению № 8 содержит:

Сведения по балансу потребления видов моторного топлива и его изменениях. Таблица должна содержать фактические данные за отчетный (базовый) год. В случае отсутствия потребления моторного топлива таблица не заполняется и делается соответствующая сноска.

Форма энергетического паспорта по приложению № 9 содержит:

Сведения об использовании вторичных энергетических ресурсов, альтернативных (местных) топлив и возобновляемых источников энергии. Таблица должна содержать фактические данные за отчетный (базовый) год. В случае отсутствия в потреблении вторичных энергетических ресурсов, альтернативных (местных) топлив и возобновляемых источников энергии таблица не заполняется и делается соответствующая сноска.

Форма энергетического паспорта по приложению № 10 содержит:

Показатели использования электрической энергии на цели освещения. Таблица должна содержать фактические данные за отчетный (базовый) год и предыдущие четыре года. Приводятся данные по внутреннему и внешнему освещению, с указанием светильников с лампами накаливания и энергосберегающими лампами. Данные таблицы служат основанием для замены ламп накаливания на энергосберегающие лампы при значительной доле светильников с лампами накаливания.

Форма энергетического паспорта по приложению № 11 содержит:

Основные технические характеристики и потребление энергетических ресурсов основными технологическими комплексами. Сведения не заполняются для организаций, осуществляющих производство, передачу и распределение электрической и тепловой энергии. Таблица должна содержать фактические данные за отчетный (базовый) год.

Технологический комплекс может потреблять как электрическую, так и тепловую энергию. Если комплекс потребляет только один из видов энергии, то по другому виду проставляются прочерки.

Форма энергетического паспорта по приложению № 12 содержит:

Краткая характеристика объекта (зданий, строений и сооружений). Данные по ограждающим конструкциям получают на основании проектной документации и бюро технической инвентаризации. Фактический износ здания определяется по данным технического паспорта.

Форма энергетического паспорта по приложению № 13 содержит:

Сведения о показателях энергетической эффективности. Сведения базируются на основе программы энергосбережения и повышения энергоэффективности обследуемой организации. При отсутствии программы указывается причина отсутствия.

В таблице 1 производится сравнительная оценка фактических показателей по приборам учета с расчетно-нормативными показателями или паспортными, и даются рекомендации по улучшению показателей энергетической эффективности.

В таблице 2 приводятся перечень, описание, показатели энергетической эффективности выполненных энергосберегающих мероприятий по годам за пять лет, предшествующих году проведения энергетического обследования. Если паспортизация до энергетического обследования не производилась и программа энергосбережения за предшествующие пять лет отсутствует, то делается сноска с указанием причины не заполнения таблицы.

Форма энергетического паспорта по приложению № 14 содержит:

Описание линий передачи (транспортировки) энергетических ресурсов и воды. Указываются все ТЭР, кроме электрической энергии. Приложение заполняется для предприятий, осуществляющих транспортировку энергетических ресурсов и воду. Для предприятий, не осуществляющих транспортировку энергетических ресурсов и воду, делается сноска, что предприятие не осуществляет транспортировку.

Форма энергетического паспорта по приложению № 15 содержит:

Сведения о протяженности воздушных и кабельных линий передачи электроэнергии. Приложение заполняется для предприятий, осуществляющих транспортировку электрической энергии, с показателями динамики изменения протяженности воздушных и кабельных линий за предшествующие пять лет. Для предприятий, не осуществляющих транспортировку электрической энергии, делается сноска, что предприятие не осуществляет транспортировку.

Форма энергетического паспорта по приложению № 16 содержит:

Сведения о количестве и установленной мощности трансформаторов. Таблица должна содержать фактические данные за отчетный (базовый) год и предыдущие четыре года. Сведения заносятся с учетом единичной мощности и определенным диапазоном напряжения.



Форма энергетического паспорта по приложению № 17 содержит:

Сведения о количестве и мощности устройств компенсации реактивной мощности. Таблица должна содержать фактические данные за отчетный (базовый) год и предыдущие четыре года. Сведения заносятся с учетом единичной мощности и определенным диапазоном напряжения. В случае отсутствия устройств компенсации реактивной мощности таблица не заполняется и делается соответствующая сноска.

Форма энергетического паспорта по приложению № 18 содержит:

Сведения о величине потерь переданных энергетических ресурсов. Таблица должна содержать фактические или нормативно-расчетные данные за отчетный (базовый) год и предыдущие четыре года. Приложение заполняется для предприятий, осуществляющих транспортировку энергетических ресурсов. Для предприятий, не осуществляющих транспортировку энергетических ресурсов, делается сноска, что предприятие не осуществляет транспортировку.

Форма энергетического паспорта по приложению № 19 содержит:

Рекомендации по сокращению потерь энергетических ресурсов при их передаче. Приложение заполняется для предприятий, осуществляющих передачу и транспортировку энергетических ресурсов. Для предприятий, не осуществляющих транспортировку энергетических ресурсов, делается сноска, что предприятие не осуществляет передачу. В таблицу вносятся данные, полученные в ходе разработки технико-экономических обоснований.

Форма энергетического паспорта по приложению № 20 содержит:

Потенциал энергосбережения и оценка возможной экономии энергетических ресурсов. Заполнение таблицы осуществляется по видам энергетических ресурсов на основании данных, полученных в результате разработки технико-экономических обоснований. Обязательным к заполнению являются графы, отображающие опыт внедрения энергосберегающих мероприятий в организациях аналогичного профиля, если энергосервисная организация имеет такой опыт.

Форма энергетического паспорта по приложению № 21 содержит:

Перечень типовых мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. Заполнение таблицы осуществляется по уровню затрат на реализацию мероприятий по энергосбережению. Используются данные по мероприятиям, полученных в результате разработки технико-экономических обоснований. При отсутствии возможности оценки организационных мероприятий, они заносятся в раздел «Организационные и малозатратные мероприятия» Приложения № 21 без оценочных данных, вместо которых проставляются прочерки.

Форма энергетического паспорта по приложению № 22 содержит:

Перечень должностных лиц, ответственных за обеспечение мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. Вносятся данные в соответствии с требованием таблицы. При отсутствии официальных должностных лиц, необходимо в ходе энергетического обследования решить этот вопрос с руководством предприятия.

Форма энергетического паспорта по приложению № 23 содержит:

Сведения о квалификации персонала, обеспечивающего реализацию мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. Вносятся данные в соответствии с требованием Приложения. При отсутствии обученного персонала, необходимо в ходе энергетического обследования решить этот вопрос с руководством предприятия об обучении в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

## **Заключение**

Настоящая Методика позволяет:

- обеспечить методическую поддержку при проведении энергетических обследований предприятий угольной отрасли;

- выполнять энергоаудит предприятий угольной отрасли с учетом единых требований, в которых нашел отражение опыт проведения энергетических обследований горных предприятий минерально-сырьевого комплекса, в т.ч. предприятий по добыче и переработке угля.

- обеспечить результаты энергоаудита в части выполнения потенциала энергосбережения и разработки мероприятий по снижению энергоэффективности, снижающих затраты на энергопотребление на уровне не менее:

- по электроэнергии – 7-15%,

- по теплоэнергии – 10-19%,

- по котельно-печному топливу – 15-18%,

- по моторному топливу - 1,5-5%.

Указанный потенциал энергосбережения при осуществлении мероприятий по повышению энергоэффективности может быть реализован в ближайшие 2-3 года после принятия предприятием угольной отрасли Программ повышения энергоэффективности.

## Приложение А.

Типовая программа проведения энергетических обследований  
с целью повышению энергоэффективности производства предприятий угольной отрасли

**«УТВЕРЖДАЮ»**

**Главный инженер предприятия**

\_\_\_\_\_ год  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20

**МП**

## **ТИПОВАЯ ПРОГРАММА**

**проведения энергетических обследований**

**с целью повышению энергоэффективности производства**

**предприятий угольной отрасли**

Москва 20 г.

## **1. Общая часть**

### **1.1. Основание для выполнения энергетических обследований:**

Договор № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года на выполнение энергетического обследования с целью повышения энергоэффективности производства предприятий угольной отрасли (шахты, разреза, обогатительной фабрики - далее Объекта)

### **1.2. Целью энергетических обследований является:**

Определение путей повышения энергетической эффективности использования ТЭР в процессах производства на Объекте, оценка потенциала энергосбережения, обоснование и разработка организационных, технических и других мероприятий и рекомендаций, обеспечивающих снижение затрат на энергоресурсы на 10-15 % в ближайшие 2-3 года. Указанная цель достигается на базе использования результатов экспериментальных исследований режимов энергетических нагрузок, технологического расхода энергоресурсов и других результатов энергетического обследования

### **1.3. Задачи энергетических обследований:**

- 1.3.1. Инструментальная оценка режимов энергетических нагрузок, технологического расхода энергоресурсов.
- 1.3.2. Оценка и анализ удельных расходов и затрат энергии на производство продукции.
- 1.3.3. Оценка потенциала экономии топлива и энергии.
- 1.3.4. Разработка концепции повышения энергоэффективности и определения требований по совершенствованию учета и контроля расхода энергоносителей на объекте.
- 1.3.5. Разработка приоритетного списка энергосберегающих мероприятий с их технико-экономической оценкой.
- 1.3.6. Разработка Энергетического паспорта предприятия в соответствии с действующими законодательными и нормативно-техническими документами и результатами энергообследования.
- 1.3.7. Разработка программы повышения энергоэффективности в соответствии с ФЗ №261.

### **1.4. Пути достижения основных технических, экономических и методических требований:**

1.4.1. Энергетическое обследование предприятия должно быть выполнено в соответствии с «Методикой проведения энергетических обследований (энергоаудита) предприятий и организаций угольной отрасли» и действующими нормативными документами, правилами, методическими материалами и настоящей Программой.

1.4.2. В процессе работы:

- собирается и анализируется необходимая техническая документация для составления производственно-энергетических характеристик Объекта;

- визуально и инструментально обследуется состояние, режимы нагрузок энергопотребителей, потери в элементах тепловых и электрических сетей предприятия;
- создается и анализируется информационная база данных о характере и объемах потребления, выработки и распределения энергоносителей и их качественных характеристиках (за возможно большую ретроспективу – до 5 лет);
- проводятся экспериментальные обследования, рассчитываются и моделируются режимы энергопотребления;
- определяются балансы энергопотребления и пути их рационализации;
- оцениваются и анализируются нормативные и фактические удельные расходы и затраты энергии на производство продукции.

1.4.3. Результатами работы по энергетическому обследованию являются:

- Отчет, содержащий основные результаты проведенных работ по энергетическому обследованию, оценки энергопотребления, энергетические балансы и направления их рационализации, анализ удельных расходов и затрат на энергоресурсы, оценку потенциала энергосбережения, пути и мероприятия по повышению энергоэффективности с их технико-экономической оценкой. Отчет также содержит Приложения, в которых приведены сведения о исходных данных для анализа, данные экспериментальных обследований, промежуточные результаты расчета и анализа.

- Энергетический паспорт предприятия, сформированный в соответствии с требованиями законодательных актов, нормативно-технических документов и результатами настоящей работы.

**1.5. Сроки проведения энергетического обследования:** в соответствии с календарным планом (приложение № 2 к Договору).

#### **1.6. Состав выполняемых работ по энергетическому обследованию**

1.6.1. Документально-техническое изучение обследуемого предприятия

1.6.1.1. Сбор и изучение исходной документальной информации.

1.6.1.2. Сбор основных сведений о характере производственной деятельности основных подразделений предприятия, объемах потребления и основных потребителях энергоресурсов.

1.6.1.3. Сбор и формирование базы данных о выработке и потреблении энергоресурсов на Объекте.

1.6.1.4. Составление обобщенных структур энергетических систем Объекта (по видам потребляемых энергоресурсов).

1.6.1.5. Оценка энергетического обеспечения предприятия.

1.6.1.6. Оценка состояния систем учета, контроля и управления энергопотреблением на Объекте.

1.6.1.7. Оценка состояния системы нормирования, планирования и отчетности за энергопотребление.

- 1.6.2. Оценка состояния и экспериментальные (обследований) энергетических систем Объекта
- 1.6.2.1. Анализ системы теплоснабжения, потребления тепловой энергии:
- 1.6.2.1.1. Изучение системы теплоснабжения.
- 1.6.2.1.2. Выявление состава потребителей тепловой энергии (производственного и бытового назначения), составление структурной масштабной схемы теплоснабжения с указанием параметров тепловых сетей и значениями подключенной тепловой нагрузки по объектам.
- 1.6.2.1.3. Экспертная оценка и экспериментальное определение тепловых потерь в сетях предприятия.
- 1.6.2.1.4. Анализ потребителей тепловой энергии (здания, технологические агрегаты, использующие тепловую энергию, отопительные приборы, calorifers и др.).
- 1.6.2.1.5. Анализ динамики и сезонности теплоснабжения.
- 1.6.2.1.6. Экспериментальное обследование тепловых нагрузок, оценка теплового баланса и направлений по его рационализации.
- 1.6.2.1.7. Разработка рекомендаций и мероприятий, направленных на повышение эффективности использования тепловой энергии.
- 1.6.2.2. Анализ систем электроснабжения, потребления электрической энергии.
- 1.6.2.2.1. Анализ структуры системы электроснабжения, основных электроприемников.
- 1.6.2.2.2. Экспериментальное обследование режимов электрических нагрузок, потерь электроэнергии.
- 1.6.2.2.3. Оценка потерь электроэнергии в распределительных сетях 6-10,35 кВ, 0,4 кВ и в основных электроприемниках предприятия.
- 1.6.2.2.4. Анализ динамики и сезонности потребления электроэнергии.
- 1.6.2.2.5. Оценка степени компенсации реактивной мощности.
- 1.6.2.2.6. Оценка и составление структурных, технологических и дифференциальных балансов электроэнергии, разработка путей их рационализации.
- 1.6.2.2.7. Анализ нормативных и фактических удельных расходов электроэнергии на технологические процессы и отдельные виды работ.
- 1.6.2.2.8. Установление зависимостей расхода электроэнергии от производственных факторов.
- 1.6.2.2.9. Оценка эффективности использования и разработка рекомендаций и мероприятий по повышению эффективности электропотребления.
- 1.6.2.3. Оценка системы водоснабжения, водопотребления и водоотведения.
- 1.6.2.3.1. Анализ и оценка состояния системы водоснабжения, водопотребления и водоотведения.
- 1.6.2.3.2. Оценка эффективности потребления воды на Объекте.
- 1.6.2.3.3. Оценка эффективности использования электроэнергии в системах водоснабжения водопотребления и водоотведения



- 1.6.2.3.4. Разработка рекомендаций и мероприятий, направленных на повышение эффективности водопотребления.
- 1.6.2.4. Оценка системы выработки, распределения и потребления сжатого воздуха
  - 1.6.2.4.1. Анализ и оценка состояния элементов системы выработки, распределения и потребления сжатого воздуха.
  - 1.6.2.4.2. Анализ эффективности выработки, распределения и потребления сжатого воздуха.
  - 1.6.2.4.3. Оценка эффективности использования электроэнергии в системе выработки и распределения сжатого воздуха.
  - 1.6.2.4.4. Разработка рекомендаций и мероприятий по повышению эффективности потребления сжатого воздуха.
- 1.6.3. Анализ эффективности использования ТЭР на Объекте
  - 1.6.3.1. Составление балансов и оценка эффективности использования энергоносителей.
  - 1.6.3.2. Оценка состояния энергетического мониторинга на предприятии и разработка предложений по его усовершенствованию.
  - 1.6.3.3. Оценка состояния управления потреблением энергоресурсов на Объекте.
  - 1.6.3.4. Оценка, нормирование, планирование и отчетность за энергопотребление.
- 1.6.4. Составление Энергетического паспорта предприятия
  - 1.6.4.1. Систематизация информации по результатам энергетического обследования для заполнения форм Энергетического паспорта.
  - 1.6.4.2. Дополнительный сбор и анализ необходимой информации.
  - 1.6.4.3. Составление Энергетического паспорта
  - 1.6.4.4. Согласование Энергетического паспорта предприятия с главным энергетиком Объекта. Утверждение Энергетического паспорта на Объекте.
- 1.6.5. Разработка концепции энергосбережения Объекта
  - 1.6.5.1. Оценка обобщенного потенциала энергосбережения предприятия по потребляемым энергоресурсам.
  - 1.6.5.2. Определение путей повышения энергоэффективности.
  - 1.6.5.3. Разработка приоритетного списка энергосберегающих мероприятий с их укрупненной технико-экономической оценкой.
- 1.6.6. Отчетная документация по результатам работы
  - 1.6.6.1. Составление предварительной редакции технического отчета по результатам работы и Энергетического паспорта.
  - 1.6.6.2. Рассмотрение и согласование результатов научно-технических работ и энергетического обследования с представителями Заказчика.

1.6.6.3. Составление окончательной редакции технического отчета и Энергетического паспорта предприятия, утверждение его у Заказчика.

1.6.6. 4. Презентация результатов работы.

## **1.7. Основные методические положения выполнения энергетических обследований**

1.7.1. Энергетическое обследование предприятия выполняется в соответствии с Методикой проведения энергетических обследований (энергоаудита) предприятий и организаций угольной отрасли и настоящей Программой. Программа базируется на основополагающих документах по проведению энергетических обследований, действующих нормативно-технических документов по сбору, обработке и анализу исходной информации, по определению эффективности использования энергоносителей и составлению энергетических балансов промышленных предприятий. Перечень основных методических и нормативных материалов, используемых при проведении обследования, представлен в разделе данной Программы.

1.7.2. Получение данных о режимах энергопотребления, восполнение отсутствующей информации и подтверждение объективности предоставленных исходных сведений (при необходимости) осуществляется путем проведения выборочных измерений. Необходимый объем измерений определяется на основе получения достоверных оценок с достаточным уровнем значимости.

1.7.3. Измерения выполняются согласно действующим Правилам технической эксплуатации, охраны труда и техники безопасности. Обработка результатов выполненных замеров проводится на основе действующих методов обработки экспериментальных данных.

1.7.4. Этапы выполнения и порядок измерений согласовываются с Заказчиком.

1.7.5. С учетом специфики энергетического потребления, режимов работы энергетических и технологических объектов и времени года проведения обследования, экспериментальные обследования предусматривают следующие измерения:

1.7.5.1. Измерение температурных параметров: бесконтактными и контактными приборами, в том числе по штатным приборам предприятия. Расход теплоносителя с помощью бесконтактных расходомеров, а также по штатным приборам предприятия.

1.7.5.2. Измерение электрических параметров анализаторами электроэнергии, штатными приборами предприятия.

1.7.5.3. Определение параметров давления и расхода: переносными приборами, а также штатными приборами предприятия.

1.7.5.4. Обработка результатов проведенных измерений осуществляется в соответствии с требованиями положений теории планирования и обработки результатов эксперимента.

## **2. Особенности проведения энергетических обследований угольных разрезов**

## 2.1. Производственно-технологические процессы и работы

Энергетическое обследование на угольных разрезах проводится по основным производственно-технологическим процессам и работам, включающим:

- буровые работы на вскрыше и добыче;
- взрывные работы на вскрыше и добыче;
- экскавацию вскрышных пород и угля;
- транспортирование вскрышных пород и угля;
- комплекс работ на угольном складе;
- водоотлив;
- работы по поддержанию внутриразрезных дорог;
- ремонтные работы и бытовое обслуживание.

Энергетическое обслуживание должно включать в себя совокупность потребления всех энергетических ресурсов, потребляемых на разрезе, включая топливо, электроэнергию, теплоэнергию, а также получаемые за счет их использования (вода, сжатый воздух и др.) Энергетическое обеспечение должно включать в себя в соответствии с настоящей методикой предварительный и основной периоды. Основной период должен включать шесть этапов.

*Первый этап* – расчет энергопотребления и затрат.

*Второй этап* - расчет энергетических потоков.

*Третий этап* – критическое рассмотрение энергетических потоков.

*Четвертый этап* – разработка мероприятий по повышению энергоэффективности и снижению затрат на энергопотребление мероприятий.

*Пятый этап* – технико-экономическое обоснование разработанных мероприятий.

*Шестой этап* - представление результатов.

## 2.2. Определение энергозатрат на основные технологические процессы

При проведении измерений или при обработке имеющейся на разрезе информации необходимо следить за выполнением условия обеспечения достаточной достоверности получаемых оценок энергозатрат: количество объектов и продолжительность наблюдения должны обеспечивать доверительную вероятность  $\beta \geq 0,80$  и относительную ошибку  $\delta \leq 0,20$ , определяемые по правилам математической статистики.

*Буровые работы на вскрыше и добыче*

а) Исходными данными для оценки энергетических показателей буровых работ является:

- схема электроснабжения буровых работ с указанием места установки и типа счетчиков активной энергии, коэффициентов трансформации измерительных трансформаторов тока  $K_{\text{тг}}$  и напряжения  $K_{\text{тн}}$ ;

- категория горных пород по буримости, основные параметры технической схемы (паспорт бурения, характеристика уступа и т.д.);

- выписка из «сменных рапортов» о выполнении объема работ за период проведения измерений энергозатрат;

- паспортные данные бурового станка;

- график планово - предупредительных ремонтов;

- сведения о техническом состоянии станка и квалификации машинистов.

б) До проведения инструментальных измерений энергозатрат необходимо:

- учесть время рабочего станка после последнего планово – предупредительного ремонта механического и электрического оборудования станка;

- по согласованию с технологами предприятия выбрать характерные для работы данного станка горно – геологические условия, которые должны оставаться практически неизменными в течение всего периода измерений;

- установить в приключательном пункте прошедшие госповерку счетчики активной энергии; перемещение приключательного пункта в течение всего периода измерений не должно производиться; при отсутствии приборов учета в приключательном пункте использовать приборы энергоаудитора.

- проверить соответствие действительных условий работы нормализованным, которые предполагают: комплектацию оборудования станка в соответствии с проектной документацией; технически исправное механическое и электрическое оборудование и эксплуатацию его в условиях, регламентированных ПТЭ и отраслевыми инструкциями; соответствие питающего напряжения требованиям ПУЭ;

- установить на буровой станок новое долото или зафиксировать количество пробуренных метров стоящим на станке долотом.

в) Оценку энергетических показателей бурового станка целесообразно производить не реже 2-х раз в год (зимой и летом) при характерных для данного типа станка условиях работы.

г) Основные энергетические показатели, характеризующие эффективность использования электроэнергии при бурении станками с электрическим приводом, которые следует определить при энергоаудите:

- удельный расход электроэнергии на бурение 1 пог. м. скважины  $\mathcal{E}_{\text{бк}}$  за время  $T$  одним буровым станком по выражению пункта 1 таблицы А.1. За время  $T$  следует принимать: час, смену, месяц. Значение потребленной электроэнергии определяется инструментально.

- средний по разрезу удельный расход электроэнергии на бурение 1 п.м. скважины за время Т по выражению пункта 2 таблицы А.1. За время Т принимается: смена, месяц, квартал, год.

е) Если на разрезе используются буровые станки на дизельном ходу, то экспериментальные исследования необходимо проводить по измерению затрат дизельного топлива на бурение 1 пог. м. скважины за время Т каждым буровым станком, используемым на открытых работах. При этом пересчет затрат энергии производится по формуле:

$$\mathcal{E}_i = 11,62 \times 10^{-4} \times m \times q \text{ [кВт.ч]},$$

где  $\mathcal{E}_i$  – затраты энергии на  $i$  – том испытании;

$m$ - масса дизельного топлива, затраченного на  $i$  – том процессе в литрах;

$q$  – теплотворная способность дизельного топлива в Ккал/литр.

Таблица А.1 - Определение показателей энергозатрат на основные технологические процессы разреза

№ пп	Наименование установки, процесса, наименование показателя	Расчетные формулы
1	2	3
Процесс бурения		
	Удельный расход электроэнергии на бурение 1м скважины за время Т одним буровым станком	$\mathcal{E}_{\text{бк}} = W_{\text{бк}} / L_{\text{к}}, \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м};$ $W_{\text{бк}} - \text{расход электроэнергии одним буровым станком за время Т, кВт}\cdot\text{ч};$ $L_{\text{к}} - \text{производительность к-го бурового станка за время Т, м.}$
	Средний по разрезу удельный расход электроэнергии на бурение 1м скважины за время Т	$\mathcal{E}_{\text{бур}} = \sum_{\text{к}} W_{\text{три}} / \sum_{\text{к}} D_{\text{три}},$ $\text{к}=1\div\text{К, К-количество буровых станков на разрезе.}$
Процесс взрывания		
3	Удельный расход ВВ при взрывании i-го блока	$q_i = Q_i / V_{i,\text{б}}, \text{ кг}/\text{м}^3;$ $Q_i - \text{масса ВВ, используемого при взрывании i-го блока, кг};$ $V_{i,\text{б}} - \text{объем i-го взрываемого блока, м}^3.$
4	Средний по разрезу удельный расход ВВ за время измерений Т	$Q_{\text{ср}} = \sum Q_i / \sum V_i, \text{ кг}/\text{м}^3;$ $\sum Q_i - \text{суммарная масса ВВ, использованная на взрывание i-х блоков, кг};$ $\sum V_i - \text{суммарный объем i-х взорванных блоков, м}^3.$

Продолжение таблицы А.1

1	2	3
5	Годовой расход энергии на взрывание вскрышных пород и угля	$\mathcal{E}_{\text{взр.вск.}} = 11,62 \times 10^{-4} \times P \times Q_{\text{ср}} \times V_{\text{год}}, \text{ кВт}\cdot\text{ч};$ $P - \text{полная идеальная работа взрыва, Ккал/кг};$ $Q_{\text{ср}} - \text{средний по разрезу удельный расход ВВ за время измерений } T, \text{ кг/м}^3;$ $V_{\text{год}} - \text{годовой объем взорванной горной массы, м}^3.$
6	Удельный расход дизельного топлива (ДТ) при перевозке ВВ со склада ВВ на взрываемый блок, зарядке ВВ в скважины смесительно-зарядной машиной (СЗМ) и возвращение СЗМ на склад на 1 тонну×км	$g_i = G_i / S_i \times M_i, \text{ л/т}\cdot\text{км}$ $G_i - \text{расход горючего при } i\text{-том движении СЗМ от склада ВВ, до взрываемого блока, зарядка скважин и возвращение на склад ВВ};$ $S_i - \text{расстояние от склада ВВ до блока, движение по блоку и обратно, км};$ $M_i - \text{масса ВВ, перевезенного и заряженного в скважину при } i\text{-том рейсе, т},$
7	Годовые затраты энергии j –той СЗМ на перевозку ВВ и зарядку скважин	$G_j = 11,62 \times 10^{-4} \times g_j \times A \times S_j \times M_j, \text{ кВт}\cdot\text{ч};$ $g_j - \text{удельный расход ДТ } j - \text{той СЗМ, л};$ $A - \text{теплотворная способность ДТ, Ккал/л};$ $S_j - \text{годовой пробег } j - \text{той спецмашины, км};$ $M_j - \text{годовой объем ВВ, перевезенный на взрываемый юлок } j - \text{той СЗМ, т}.$
Эксплуатация горной массы и угля		
8	Удельный расход электроэнергии на экскавацию единицы объема (массы) отдельным экскаватором за время T (час, смена)	$\mathcal{E}_{\text{э}} = W_{\text{э}} / D_{\text{э}},$ $W_{\text{э}} - \text{расход электроэнергии экскаватором за период } T, \text{ кВт}\cdot\text{ч};$ $D_{\text{э}} - \text{количество экскавируемой горной массы (угля) за период } T, \text{ т, м}^3.$
9	Удельный расход электроэнергии на экскавацию за один цикл отдельным экскаватором за время наблюдения T	$\mathcal{E}_{\text{э,ц}} = W_{\text{э}} / n_{\text{ц}},$ $n_{\text{ц}} - \text{число циклов экскавации за период } T.$

Продолжение таблицы А.1

1	2	3
10	Среднее суточное значение удельного расхода электроэнергии одним экскаватором за время Т при ежесуточных измерениях	$\Theta_s = \sum W_{эi} / \sum D_{эi}$ <p>n - число дней проведения измерений, i=1÷n.</p>
11	Средний удельный расход электроэнергии за время Т одним вскрышным экскаватором по разрезу	$\Theta_{эвуд} = \sum_j W_{эвj} / \sum_j D_{эвj}$ <p>j=1÷N, N - количество вскрышных экскаваторов на разрезе.</p>
12	Средний удельный расход электроэнергии за время Т одним добычным экскаватором по разрезу. Справочно. Аналогично пп.3-9 определяется удельный расход электроэнергии за время Т одним экскаватором на перегрузке и отвалообразовании.	$\Theta_{эвуд} = \sum_{\mu} W_{эд\mu} / \sum_{\mu} D_{эд\mu},$ <p>μ=1÷M, M-количество добычных экскаваторов.</p>
Процесс транспортирования горной массы электровозом		
13	Средний по разрезу удельный расход электроэнергии на транспортирование единицы массы угля (горной массы) за время Т	$\Theta_{труд} = \sum_i W_{три} / \sum_i Q_{три}$ <p>W<sub>три</sub> - расход электроэнергии одним электровозом за период Т, кВт·ч; Q<sub>три</sub>- количество перевезенного за время Т угля одним электровозом, т; i = 1÷N, N- количество электровозов на разрезе.</p>
14	Средний по разрезу удельный расход электроэнергии на транспортирование 1т угля (горной массы)на 1 км за время Т	$\Theta_{т.км} = \Theta_{труд} / \sum L_i$ <p>∑L<sub>i</sub> - пройденное за время Т расстояние всеми электровозами разреза, км.</p>



Продолжение таблицы А.1

1	2	3
15	Средний по разрезу удельный расход ГСМ на транспортирование 1т.км.угля за время	$\Delta_{\text{ГСМср}} = \sum_i \text{ГСМ}_i / \left( \sum_i Q_{\text{ai}} \cdot \sum_i L_{\text{ai}} \right)$ <p> <math>\sum_i \text{ГСМ}_i</math> - суммарный за время T расход горюче-смазочных материалов  <math>\sum_i Q_{\text{ai}}</math> - количество перевезенного груза всеми самосвалами за время T, т;  <math>\sum_i L_{\text{ai}}</math> - суммарный для всех самосвалов пройденный путь за время T, км.                 </p>
Водоотлив		
16	Удельный расход электроэнергии за время T отдельной насосной установкой	$\Theta_{\text{вуст}} = W_{\text{вуст}} / Q_{\text{уст}},$ <p> <math>W_{\text{вуст}}</math> - расход электроэнергии установкой за период T, кВт·ч;  <math>Q_{\text{уст}}</math> - количество воды, откачиваемое насосной установкой за период T, м<sup>3</sup>.                 </p>
17	Среднее суточное значение удельного расхода электроэнергии насосной установкой за время T при ежесуточных измерениях	$\Theta'_{\text{вуст}} = \sum_i W_{\text{вуст}i} / \sum_i Q_{\text{уст}i},$ <p>n-число дней проведения измерений, i=1÷n.</p>
18	Удельный расход электроэнергии на водоотлив по разрезу за время T	$\Theta_{\text{п}\Sigma} = \sum_i W_{\text{вуст}i} / \sum_i Q_{\text{уст}i},$ <p>i=1÷N, N-количество насосных установок на разрезе.</p>

### *Затраты энергии на взрывные работы по вскрыше и углю*

Затраты энергии при ведении взрывных работ на разрезах включают:

- затраты энергии в виде расхода взрывчатых веществ (ВВ) на дробление, перемещение и рыхление вскрышных пород и угля определяются по выражениям пунктов (п.3-5 таблицы А.1);
- пересчет энергозатрат на дробление и перемещение вскрышных пород производится по характеристике взрывчатых веществ, определяющей полную идеальную работу взрыва (в тепловом эквиваленте), ккал/кг;
- затраты горюче-смазочных материалов на работу смесительно-зарядных и доставочных машин, перевозящих ВВ определяются по выражениям пунктов (п. 6-7 таблицы И.12.1);
- затраты энергии на содержание и функционирование складов ВВ определяются по электрическим и тепловым затратам в летнее и зимнее время года.
- затраты энергии на работу забоечных машин и вспомогательного специального транспорта для перевозки взрывников определяются при условии их функционирования на разрезе.

### *Энергетические затраты на экскавацию вскрышных пород и угля*

а) Исходными данными для оценки энергетических показателей экскаватора являются:

- схема электроснабжения экскаватора с указанием места установки и типа счетчиков активной энергии на линии, питающей экскаватор, коэффициентов трансформации измерительных трансформаторов тока  $K_{т.т.}$  и напряжения  $K_{т.н.}$ ;
- сведения о технологической схеме, в которой работает экскаватор (на железнодорожный транспорт, на автотранспорт);
- категория экскавируемых пород, основные параметры технологической схемы (высота уступа, ширина заходки и т.д.), качество подготовки забоя;
- выписка из «Графика работы оборудования», за период проведения измерений энергозатрат и выполненном объеме работ;
- паспортные данные экскаватора;
- сведения о техническом состоянии экскаватора и квалификации машиниста.

б) Проведению измерений должна предшествовать следующая работа:

- выполнить планово-предупредительный ремонт механического и электрического оборудования, намеченного для проведения экспериментальных измерений энергозатрат экскаватора; зафиксировать время работы экскаватора после последнего планово-предупредительного ремонта;

- по согласованию с технологами разреза выбрать характерные технологические и горнотехнические условия, при этом необходимо, чтобы в течение всего периода измерений эти условия практически не менялись;

- установить в приключательном пункте счетчики активной энергии, при этом перемещение приключательного пункта в течение всего периода измерений недопустимо (следует учитывать, что к приключательному пункту могут быть подключены и другие приборы);

- проверить соответствие действительных условий работы экскаватора нормализованным, которые представляют: комплектацию оборудования экскаватора в соответствии с проектной документацией; технически исправное механическое и электрическое оборудование и эксплуатацию его в условиях, регламентированных ПТЭ, правилами безопасности и отраслевыми инструкциями, а также соответствие питающего экскаватор напряжения требованиям ПУЭ.

в) Оценку энергетических показателей экскаватора целесообразно проводить не реже 2-х раз в год (зимой и летом) для характерных для данного типа экскаваторов условий работы.

г) Основные энергетические показатели, характеризующие эффективность использования электрической энергии при экскавации вскрышных пород и угля, определяются по выражениям пунктов 8-12 таблица А.1.

д) Экспериментальное определение суточного расхода электроэнергии на экскавацию одним экскаватором производится по данным инструментального обследования

Определение среднего по разрезу удельного расхода электроэнергии за период наблюдения  $T$  одним экскаватором (добычным, вскрышным, на перегрузке и отвалообразовании) производится по формулам пунктов 10-12 таблицы А.1.

#### *Электрифицированный железнодорожный транспорт (ЭЖТ)*

а) Исходные данные для определения энергетических показателей ЭЖТ:

- схема электроснабжения ЭЖТ с указанием места установки и типа счетчиков активной энергии на линиях, питающих контактную сеть, коэффициентов трансформации измерительных трансформаторов тока  $K_{тТ}$  и напряжения  $K_{тН}$ ;

- технологическая схема ЭЖТ, график движения составов;

- паспортные данные используемых типов электровозов и думпкаров;

- сведения о техническом состоянии электровозов, подвижного состава и рельсового пути.

б) Определение энергетических показателей ЭЖТ следует производить не реже двух раз в год - зимой и летом.

в) Основные энергетические показатели, характеризующие эффективность использования электроэнергии при транспортировании угля (горной массы) ЭЖТ, определяются по формулам пунктов 13,14 таблицы А.1.

г) Определение энергетических показателей ЭЖТ производится с использованием установленных на электровозах счетчиков активной энергии и (или) приборов энергоаудиторов.

Удельный расход электроэнергии составом за цикл, смену(сутки) определяется по результатам экспериментальных обследований.

Средний по разрезу удельный расход электроэнергии на транспортирование 1т. км угля (горной массы) определяется с помощью формул пунктов 13, 14 таблицы А.1 .

#### *Транспортирование угля (горной массы) автосамосвалами*

а) Основными документами для учета использования ГСМ являются:

- путевые листы;
- платежные документы на приобретение ГСМ;
- требования-накладные на получение масел с отметкой о пробеге автомобиля с момента последней заправки;
- при списании ГСМ, использованных для профилактики и ремонта автомобилей – лимитно-заборные карты, накладные, акты на проведения работ;
- отчеты по работе автопарка.

б) Основной показатель – удельный расход ГСМ на транспортирование 1 т.км угля,, характеризующий эффективность использования горюче-смазочных материалов автосамосвалами определяется по выражению пункта 15 таблицы А.1. Нормы расхода РД Р3112194-0366-97 (Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте. Утверждены Минтрансом России 29 апреля 1997 г).

#### *Водоотливные установки.*

а) Исходными данными для определения энергетических показателей водоотливных установок являются:

-схема электроснабжения насосных установок (НУ)с указанием места установки и типа счетчиков активной энергии, коэффициентов трансформации трансформаторов тока и напряжения- $K_{т.т.}$ ,  $K_{т.н.}$ ;

-структурная схема НУ с указанием места установки и типа приборов, контролирующих основные технологические показатели НУ (подачу, напор);

- паспортные данные НУ;
- характеристика трубопровода, на который работает НУ;
- индивидуальные характеристики насоса:  $H = f(Q)$ ,  $P = f(Q)$ ,  $\eta = f(Q)$ ;
- суточный график работы НУ;

- сведения о техническом состоянии водосборника, его вместимости, о техническом состоянии трубопровода;

- устанавливается факт выполнения нормализованных условий эксплуатации НУ: комплектация оборудования НУ в соответствии с проектной документацией; технически исправное механическое и электрическое оборудование НУ; содержание водосборника и трубопровода в соответствии с требованиями ПТЭ И ПБ, другими нормативными документами; соответствие напряжения на зажимах электродвигателя НУ требованиям ПУЭ;

- графики ППР НУ;

- данные о гидрогеологической службе разреза, о суточном притоке вод в водосборник и о сезонных колебаниях притока.

б) До проведения измерений энергозатрат необходимо:

- проверить технологическую схему водоотлива и техническое состояние нагнетательных трубопроводов; в случае необходимости произвести их очистку от накопившихся осадков; очистить от заиливания водосборники, дренажные выработки и зумпфы;

- проверить установку прошедших госповерку счетчиков активной энергии, расходомеров;

- установить нормализованные условия эксплуатации каждого насосного агрегата (НА), которые предполагают: комплектацию НА в соответствии с проектной документацией, технически исправное механическое и электрическое оборудование НА; содержание водосборника и трубопроводов в соответствии с требованиями Правил безопасности, отраслевых инструкций; соответствие напряжения на зажимах электродвигателя НА требованиям ПУЭ.

в) Оценку энергетических показателей насосных установок следует производить не реже 2-х раз в год (зимой и летом).

г) Основные удельные энергетические показатели, характеризующие использование электрической энергии водоотливными установками угольного разреза, определяются по выражениям пунктов п.16 -18 таблицы А.1.

д) Определение удельных расходов электроэнергии на водоотлив  $1\text{ м}^3$  воды производится на основании экспериментального обследования.

Определение удельных расходов электроэнергии на водоотлив по разрезу определяется с помощью формул 16 -18 таблицы А.1 при  $T = \sum t_m$  ( $m=1\div M$ ,  $M$ - количество интервалов наблюдения) на основании данных экспериментальных обследований с учетом того, что расход электроэнергии насосной установкой равен сумме расходов насосных агрегатов.

Полученные фактические значения показателей энергозатрат на разрезе вносятся в таблицы Энергетического паспорта предприятия.

Определение расчетных показателей электропотребления угольного разреза осуществляется суммирование по отдельным мощным механизмам, производственно-технологическим процессам.

### **3. Особенности проведения энергетических обследований угольных шахт**

#### **3.1. Основные энергопотребляющие объекты, подлежащие энергоаудиту**

Основными потребителями электроэнергии на шахтах являются машины и механизмы очистных и подготовительных участков, подъемные, вентиляторные, водоотливные и компрессорные установки, внутришахтный транспорт.

Основными крупными потребителями топлива и теплоты являются: котлы паровые и водогрейные, здания и сооружения, калориферные установки, дизельный транспорт, отопительные системы, автомобильный транспорт.

Основными потребителями технической воды являются различные технологические установки и оборудование, потребителями хозяйственной воды - административно-бытовые комбинаты, котельные.

Электропотребляющие машины, установки, оборудование, используемое в основных технологических процессах, подлежащие энергоаудиту.

Электропотребляющее оборудование добычного участка: добычной комбайн, скребковый конвейер, перегружатель, маслостанция, вентилятор местного проветривания и др.

Электропотребляющее оборудование подготовительного участка: проходческий комбайн, перегружатель, вентилятор местного проветривания и др.

Электрическое оборудование подземного транспорта: электровозы, ленточные конвейеры, дизелевозы, самоходные вагоны, погрузо-доставочное оборудование, перегружатели.

Электропотребляющее оборудование подъемных установок.

Электропотребляющее оборудование главных водоотливных установок.

Электропотребляющее оборудование вентиляторных установок главного проветривания.

Электрическое оборудование компрессорных установок: компрессорные установки стационарные (поверхностные); компрессорные установки подземные.

Электропотребляющее оборудование систем кондиционирования воздуха.

Прочие электроприемники в подземных выработках и на поверхности.

#### **3.2. Общие направления повышения энергоэффективности**

Очистные и подготовительные участки. Для экономии электроэнергии технологические характеристики машин должны соответствовать фактическим условиям работы (крепости угля, породы, скорости подачи – для комбайнов и проходческих машин; оптимальной длине, углу наклона, производительности – для конвейеров).

Расход электроэнергии основными электроприемниками технологического процесса добычи (очистных и подготовительных работ) стационарными установками (насосами, вентиляторами, компрессорами, подъемными машинами) и транспортом (электровозами и конвейерами) составляет 85-90 % общего расхода электроэнергии по шахте. Остальные 10-15 % электроэнергии расходуется мелкими электроустановками в подземных выработках и на поверхности шахты.

Подъемные машины. Коэффициент полезного действия подъемной установки зависит от принятой системы подъема и выбранного режима управления машиной. Наиболее экономичные режимы обеспечиваются на подъемных установках статически уравновешенной системы с применением привода с автоматизацией периодов пуска и останова [применение систем АВК (асинхронно-вентильный каскад) и ТП-Д (тиристорный преобразователь– двигатель)].

На подъемных установках с асинхронным электроприводом наименьший расход электроэнергии достигается при режиме управления со степенью неполноты тахограммы – фактического множителя скорости  $\alpha_{\text{ф}}$  в пределах 1,2–1,4.

Вентиляторные установки. Для повышения КПД действующих вентиляторных установок главного проветривания следует систематически переводить их в режимы, соответствующие требуемым по условиям проветривания рабочим зонам, путем изменения числа оборотов рабочего колеса, угла поворота лопаток и др.

Экономию электроэнергии можно получить за счет замены на действующих установках устаревших осевых вентиляторов ВОК и центробежных РА ТО и ГЖ на более совершенные осевые вентиляторы ВОК и ВОКД и центробежные ВЦ и ВЦ Д.

Непроизводительный расход электроэнергии за счет внешних утечек воздуха (подсосов) можно уменьшить путем применения системы управления регулирования воздушной струей, что дает экономию электроэнергии, составляющую до 25–30 % общего расхода электроэнергии этими установками.

Водоотливные установки. Снижению потребления электроэнергии водоотливными установками способствуют своевременная очистка стенок трубопроводов от отложений, ликвидация неисправностей насосов, вызванных коррозией и износом деталей, а также чистка водосборников.

Компрессорные установки. Общий КПД пневматической установки, складываемый из значений КПД компрессорной станции, пневматической сети и пневматических двигателей, находится в диапазоне 0,2–0,3. Такой низкий КПД требует особо тщательного выбора и соблюдения режима работы установки.

Снижению потребления электроэнергии способствуют следующие мероприятия:

- уменьшение общих потерь сжатого воздуха от утечек в воздухопроводах и доведение их до расчетных. Это позволяет снизить нерациональный расход сжатого воздуха, вырабатываемого компрессорной станцией;

- соблюдение нормального режима охлаждения;

- соблюдение соответствующего эксплуатационного надзора за отдельными узлами компрессоров;

- рациональное устройство воздухопроводной сети (отсутствие резких переходов от одного сечения к другому, максимально простая конфигурация сети);

- уменьшение потерь давления в воздухопроводной сети за счет увеличения ее сечения;

- снижение количества вырабатываемого сжатого воздуха компрессорной станцией в перерывах между сменами и в период спада нагрузок;

- своевременный ремонт и поддержание в хорошем техническом состоянии пневмоприемников (пневмодвигателей, пневмоинструмента).

Вспомогательные службы (административно-бытовой комбинат, столовая, приборазделочная, химлаборатория, желдорслужба, резервуары, автовесы, компрессорные, насосные станции, складские помещения, гаражи и другие отдельно стоящие здания и сооружения) требуют общего внимания энергоаудиторов в зависимости от доли их потребления в общем электропотреблении.

Системы распределения (электро-, тепло-, водо-, своздухоснабжения) требуют оценки потерь энергоресурсов и доведения их до нормативных.

### **3.3. Общие указания по оценке показателей энергопотребления**

Определение фактических показателей энергопотребления в общем методическом плане производится как и показателей энергопотребления разрезов с учетом номенклатуры производственных подразделений, объемов работ, характерных для угольных шахт.

Выполнение работ по энергетическому обследованию производится в соответствии с настоящей Методикой и Типовой программой.

## **4. Особенности проведения энергетических обследований предприятий по переработке угля**

### **4.1. Основные потребляющие цеха и процессы**

Энергетическому обследованию подлежат следующие цеха и службы:

Основные цеха и отделения:

Цех углеподготовка, включающий технологические участки: углеприемные ямы, дробления, классификации, складирования.



Цех обогащения, включающий технологические участки: приемные ямы, отделения дробления, гравитационных методов обогащения, флотации, сгущения, обезвоживания.

Сушильно-топочное отделение.

Отделение погрузки породы.

Склад готовой продукции с погрузочным пунктом.

Вспомогательные службы: компрессорная станция, насосная станция, складские помещения, гаражи, желдорслужба, административно-бытовой комбинат и др.

Основное энергетическое оборудование основных цехов, которое подлежит энергетическому обследованию.

В цехе углеподготовки: вагоноопрокид, питатели, дробилки, грохоты, ленточные конвейеры, системы отопления, вентиляции, аспирации, освещения.

В цехе обогащения: грохоты, воздуходувки, насосы, центрифуги, конвейеры, элеваторы, флотационные машины, вакуум-фильтры, вакуум-насосы, сгустители, фильтр-прессы, дутьевые вентиляторы, дымососы, питатели, мельницы, а также системы отопления, вентиляции, аспирации, освещения.

#### **4.2. Общие указания по оценке показателей энергопотребления**

Фактические показатели энергопотребления определяются по результатам инструментального обследования.

Оценка фактических показателей энергопотребления в общем методическом плане выполняется также как показателей энергопотребления разрезов с учетом номенклатуры производственных подразделений и объема работ обогатительных фабрик.

Выполнение работ по энергетическому обследованию производится в соответствии с настоящей Методикой и настоящей Типовой программой.