

УДК 677.01: 658.26

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ

В.М.КАРАВАЙКОВ, И.С.СМИРНОВ

(Костромской государственной технологической университет)

На ООО "Льнообъединение им. И.Д.Зворыкина" (крупном текстильном предприятии с типовой технологической схемой получения готового продукта) Костромским региональным центром энергоэффективности проведен энергетический аудит отдельных объектов и предприятия в целом на основе применения инженерно-технического инструментария анализа энергоэффективности с использованием современных приборов измерения энергетических параметров, имеющих порты сопряжения с компьютером: расходомера Взлет-ПР, портативного ультразвукового расходомера-счетчика для воды и пара Днепр-7, инфракрасного термометра RAYST60, цифрового термометра ETI-2001, термоанемометра KM4007 и других.

Основными технологическими стадиями получения готового продукта на данном предприятии являются: прядильное производство (включая прядильно-приготовительный и сушильный цеха), ткацкое производство (включая ткацко-приготовительное), бельно-отделочное производство.

Тепловая энергия расходуется: на технологические нужды, отопление, горячее водоснабжение, вентиляцию, горячее водоснабжение для бытовых нужд.

В технологии производства ткани потребителями тепловой энергии в виде пара и горячей воды являются:

– в прядильном производстве – прядильные машины ПМ-88-ЛЗ, машины для

сушки пряжи после мокрого прядения СП-8-Л2, сушилка жваки;

– в цехе отбеливания ровницы и крашения пряжи – красильные аппараты АКД, АКДС, АКДУ, сушильные аппараты СКД-500, СКД-6;

– в ткацко-приготовительном цехе – шпихтоварочные баки, шпихтовальные машины ШБ-11/180-Л, ШБ-11/230;

– в бельно-отделочном производстве – химстанция, линия ЛЖО, сушильная машина Текстима-200, газоопальная машина, линия Беннингер, джиггер ВХ супер 1200ХТ, универсальные каландры, линия аппретурной обработки тканей ЛАО-180-Л1.

Вода для горячего водоснабжения технологии производства подогревается как на самих аппаратах "глухим паром" в рекуперативных теплообменниках (пряжеотбельный цех и бельно-отделочное производство), так и в специальных емкостях "острым паром" (прядильный цех и ткацко-приготовительный цех).

Осуществлен расчет нормативного теплопотребления по указанным направлениям использования тепловой энергии на основании теории теплообмена с учетом технических паспортов технологического оборудования, теплотехнических характеристик зданий и сооружений, СНиПов и нормативов теплопотребления.

По результатам расчета построена диаграмма нормативного потребления тепловой энергии по направлениям использования (рис. 1).

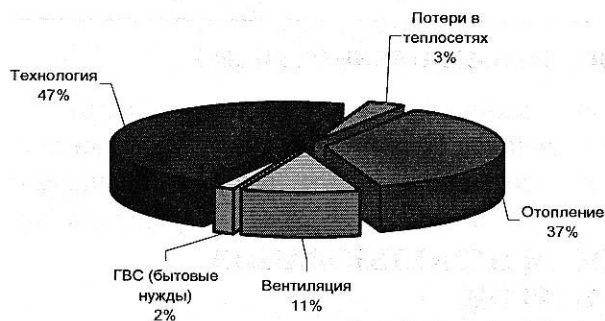


Рис. 1

Учет расхода тепловой энергии на технологические нужды на производстве не организован. В качестве теплоносителя на технологию используется как "глухой", так и "острый" пар. Фактический расход тепловой энергии на технологию определяется на основании приборного обследования и соответствующих теплотехнических расчетов.

Потребление тепловой энергии в виде пара на технологические цели определяли по формуле [1]:

$$Q_{\text{п}} = G_{\text{п}}(h_{\text{п}} - h_{\text{к}})\tau_{\text{раб}} \cdot 10^{-3}, \text{ Гкал/год}, \quad (1)$$

где $G_{\text{п}}$ – расход пара, т/ч; $h_{\text{п}}$ – энтальпия пара, ккал/кг; $h_{\text{к}}$ – энтальпия возвращаемого конденсата, ккал/кг; при невозврате конденсата или использовании "острого" пара $h_{\text{к}}=0$; $\tau_{\text{раб}}$ – годовой фонд времени работы технологического аппарата или группы однотипных аппаратов, ч/год.

Замеры расхода пара на технологические процессы проводились с помощью ультразвукового расходомера-счетчика Днепр-7. Замеры параметров насыщенного пара осуществлялись на паропроводах технологического оборудования при помощи накладных датчиков прибора, температура насыщенного пара измерялась бесконтактным инфракрасным термометром RAYST60 и цифровым термометром ETI-2001.

Поскольку некоторые аппараты технологического оборудования имеют неравномерный режим потребления пара, измерения расхода пара согласуются с технологическим процессом в соответствии с режимной картой.

При расчете количества потребляемого тепла Q на каждом этапе технологического процесса применялось уравнение теплового баланса [1]:

$$Q = v_{\text{в}}\rho_{\text{в}}c_{\text{в}}(t_2 - t_1) = G_{\text{п}}(h_{\text{п}} - h_{\text{к}}), \quad (2)$$

где $v_{\text{в}}$, $\rho_{\text{в}}$, $c_{\text{в}}$, t_1 , t_2 – соответственно объемный расход, плотность, массовая теплоемкость, начальная и конечная температуры нагреваемого теплоносителя (воды или воздуха).

Фактическое потребление тепловой энергии в технологических процессах и энергоемкость технологического оборудования представлены в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование оборудования	Расход тепловой энергии, Гкал/ч	Энергоемкость технологического оборудования, Гкал/единица продукции
<i>Цех отбелки ровницы</i>			
1	Аппараты АКДС	0,414	0,0025 Гкал/кг ровницы (пряжи)
2	Аппараты АКД	0,362	0,0028 Гкал/кг ровницы (пряжи)
3	Сушильная машина СКД-500	0,746	0,0037 Гкал/кг ровницы (пряжи)
<i>Бельный цех</i>			
4	Линия ЛЖО	0,192	0,00019 Гкал/м ткани
5	Газоопальная машина	0,131	0,00007 Гкал/м ткани
6	Беннингер	1,448	0,00061 Гкал/м ткани
7	Сушильная машина Текстима-200	0,381	0,00026 Гкал/м ткани
8	Текстима	0,083	0,00006 Гкал/м ткани
9	Джиггер ВХ супер 1200 ХТ	0,0384	0,00003 Гкал/м ткани
10	Универсальные каландры	0,022	0,000015 Гкал/м ткани

Ткацкий цех			
11	Шлихтовальная машина	0,048	0,0002 Гкал/кг нитей
12	Линия приготовления шликты	0,075	0,000075 Гкал/ л шликты
Прядильный цех			
13	Сушильная машина СП-8-Л2	0,082	0,0041 Гкал/ кг пряжи
14	Прядильная машина ПМ-88-Л5	0,134	0,00134 Гкал/ кг пряжи
Вспомогательное производство			
15	Подогрев хим. раствора	0,36	0,00003 Гкал/ л раствора
16	Сушилка для "жваки "	0,053	0,00048 Гкал/ кг
17	Сушилка древесины	0,279	

По результатам измерения расходов, температуры и давления теплоносителей рассчитаны фактические объемы потребления тепловой энергии на отопление, приточно-отопительную вентиляцию, горячее водоснабжение для бытовых нужд. Определены потери тепловой энергии при ее транспортировке по территории предприятия.

На основании полученных данных построена диаграмма фактического потребления тепловой энергии по направлениям использования (рис.2).

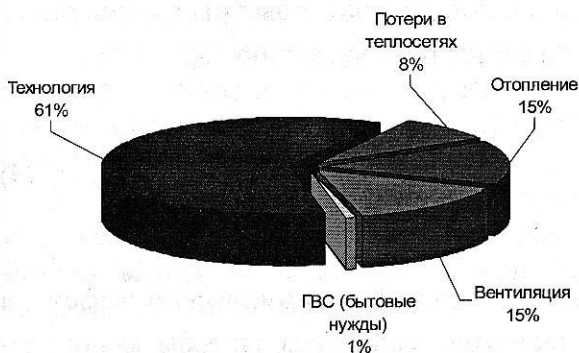


Рис. 2

Фактический расход тепловой энергии на технологию оказался существенно выше нормативного, что свидетельствует о неэффективной организации технологических процессов с точки зрения энергоемкости продукции. Значительно выше нормативных оказались и потери тепловой энергии в тепловых сетях.

Анализ потребления тепловой энергии позволяет определить точки учета и разработать систему учета параметров потребления тепловой энергии. Тепловые балансы объектов и в целом системы теплопотребления на предприятии позволяют определить потенциал энергосбережения и

разработать мероприятия по повышению эффективности использования энергии.

Перечислим некоторые из этих мероприятий и показатели их экономической эффективности.

– Внедрение автоматизированной системы мониторинга потребления тепловой энергии. По нашим расчетам срок окупаемости проекта автоматизированной системы мониторинга составит 1,75 года.

– Использование тепла конденсата после аппаратов АКДС и АКД для подогрева химраствора. Срок окупаемости проекта такой утилизации тепла конденсата составит 2,15 года.

– Установка конденсатоотводчиков после рекуперативных теплообменников в сушильных аппаратах для уменьшения потерь тепла с пролетным паром. Срок окупаемости затрат на установку конденсатоотводчиков – 0,3 года.

– Ревизия запорной арматуры и трубопроводов с целью ликвидации утечек пара через неплотности запорной арматуры и свищи в трубопроводах. Для обследуемого предприятия затраты на уплотнительный материал составят примерно 100 тыс. руб, полученная экономия тепловой энергии ~ 300 Гкал/год, экономия в денежном выражении при существующих тарифах ~ 100,3 тыс. руб. Срок окупаемости – 0,9 года.

– Установка автоматизированных тепловых пунктов. Предлагается установить автоматизированные тепловые пункты на вводах в следующие подразделения предприятия: бельный цех, административный корпус, прядильная фабрика, ткацкий цех. Затраты на установку, проект, сроки окупаемости по отдельным узлам представлены в табл. 2.

Наименование подразделения	Затраты на установку, проект, оборудование, тыс.руб.	Экономия тепла в стоимостном выражении, тыс.руб.	Срок окупаемости, год
Административный корпус	400...500	131,12	3,8
Бельный цех	400...500	136,2	3,6
Ткацкий цех	400...500	50,12	10
Прядильная фабрика	400...500	107,2	4,7

– Наладка тепловой сети, гидравлический расчет, выбор сечений диафрагм. В настоящий момент в тепловых узлах внутрицеховых сетей из-за неправильного распределения теплоносителя по отдельным вводам нарушены гидравлические режимы. В результате происходит неравномерное распределение тепловой энергии. Во избежание этого необходимо провести гидравлический расчет с последующим выбором сечений и их монтажом. Затраты на проект и монтаж оборудования ориентировочно составят порядка 50 тыс. руб. Срок окупаемости – 0,73 года.

– Установка тепловой изоляции в тепловых сетях. По результатам проведенных исследований фактические потери тепла в тепловых сетях предприятия превышают нормативные на 1078,4 Гкал/год. Предлагается замена существующей тепловой изоляции (минеральной ваты) на пенополиуретановую изоляцию. Срок окупаемости проекта 0,54 года.

Исследования показали, что многие энергосберегающие мероприятия, имеющие одинаковый срок окупаемости, при их внедрении дают различную прибыль. Это объясняется тем, что различные мероприятия имеют разный срок жизни и относятся к разным категориям затратности (малозатратные, средnezатратные, высокозатратные).

Таким образом, для ранжирования мероприятий необходимо применять интегрированный критерий эффективности. Наиболее наглядным является индекс доходности (ИД), то есть отношение чистого дисконтированного дохода (NPV), получаемого от реконструкции за время реализации программы, к величине капиталовложений [2]:

$$\text{ИД} = \frac{\text{NPV}}{I_0} \quad (3)$$

Чистый дисконтированный доход определяется по выражению [2]:

$$\text{NPV} = B \left[\frac{(1 - (1+r)^{-n})}{r} \right] - I_0, \quad (4)$$

где B – годовой экономический эффект; n – экономический срок службы мероприятий; r – реальная процентная ставка, которая определяется по выражению $r = (n_r - b)/(1 + b)$; n_r – номинальная процентная ставка (заемная ставка банка); b – уровень инфляции.

Мероприятия по энергосбережению, включенные в программу энергосбережения, ранжируются по индексу доходности (табл. 3).

№ п/п	Наименование мероприятия	Индекс доходности
1	Установка конденсатоотводчиков	8,15
2	Установка автоматизированных тепловых пунктов: административное здание бельный цех ткацкий цех прядельная фабрика	0,416 0,414 0,658 0,459
3	Использование тепла конденсата после аппаратов АКД и АКДС для подогрева химраствора	0,375
4	Ревизия арматуры и трубопроводов	0,32
5	Внедрение автоматизированной системы мониторинга	0,31
6	Установка тепловой изоляции	0,174
7	Наладка тепловой сети, гидравлический расчет, выбор сечений диафрагм	0,14

ВЫВОДЫ

1. Приведены результаты энергетического аудита отдельных объектов и текстильного предприятия в целом на основе применения инженерно-технического инструментария анализа энергоэффективности.

2. Осуществлен расчет нормативного теплопотребления по направлениям использования тепловой энергии и определены фактическое потребление тепловой энергии в технологических процессах и энергоемкость теплопотребляющего технологического оборудования.

3. Проведен анализ потребления тепловой энергии, на основании которого разработаны мероприятия в целях повышения эффективности ее использования.

4. Для разработки программы энергосбережения проведено ранжирование энергосберегающих мероприятий по интегрированному критерию эффективности, в качестве которого применяется индекс доходности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача: Учебник для вузов. – М.: Энергия, 1975.
2. Методика проведения энергетических обследований (энергоаудита) бюджетных учреждений / Под. ред. С.К. Сергеева. – Н. Новгород, НГТУ, НИЦЭ, 2003.

Рекомендована кафедрой экономики и управления. Поступила 30.05.05.