

II. ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА

УДК 621.59

И. В. Авдеев, А. П. Заболотный, Ю. В. Даус

Повышение эффективности энергоснабжения на основе оптимизации структуры энергобаланса предприятия

Проведен анализ использования вторичных энергоресурсов предприятия (на примере кондитерской фабрики) для снижения затрат на выработку тепловой энергии и предложены беззатратные мероприятия по снижению потребления электрической энергии.

В последнее время в связи с непрерывным ростом цен на топливно-энергетические ресурсы, нестабильным развитием экономики страны все больше внимания уделяется учету и контролю потребления энергоресурсов, а также оптимизации структуры энергобаланса предприятий для достижения оптимальных пропорций использования основных видов топлива. При этом приоритет отдается местным возобновляемым источникам энергии, позволяющим повысить надежность и эффективность энергоснабжения предприятия. В качестве эффективных возобновляемых источников энергии на Украине может служить биомасса.

В Украине существует достаточный энергетический потенциал практически всех видов биомассы и необходимая научно-техническая и промышленная база для развития данной отрасли энергетики [1]. Составляющими энергетического потенциала биомассы являются потенциал животной и растительной сельскохозяйственной биомассы, а также отходов древесины.

Реализация этого потенциала возможна в сельском хозяйстве, деревообрабатывающей и пищевой отраслях промышленности. В настоящее время доля последней в структуре промышленного производства Украины составляет почти 20 %, и есть объективные причины увеличения этой составляющей в связи с мировой тенденцией роста цен на продовольственные товары, что обуславливает актуальность решения задачи повышения эффективности энергоснабжения предприятий пищевой промышленности.

Запорожская область находится на втором месте по потенциалу использования шелухи подсолнечника в качестве источника энергии – 11,9 %, хуже представлено в области использование животной сельскохозяйственной биомассы (4,2 %), а утилизация отходов древесины – практически отсутствует [2].

В Запорожской области подсолнечник используется при производстве растительного масла и в кондитерском производстве. Вопросы утилизации шелухи при маслоэкстракционном производстве практически решены за счет производства шрота – ценного протеинового корма. А для предприятий кондитерского производства малой и средней мощностей проблема утилизации шелухи подсолнечника является весьма актуальной, так как ее вывозят в отвалы. Свалки шелухи занимают большие площади, летом она самовозгорается, а зимой тлеет и выделяет токсичные газы.

Использование шелухи подсолнечника в качестве вторичного источника энергии предприятия позволит не зависеть от поставок и цены на органическое топливо, а также выполнить требования по защите окружающей среды. Кроме того, к преимуществам использования такого вида топлива можно отнести его высокую теплотворность и доступность сырья как топлива.

Целью статьи является исследование снижения затрат предприятия на энергоносители за счет использования современных технологий переработки отходов производства и на основе анализа структуры энергобаланса предприятия, а также выявление последовательности внедрения проектов на предприятии по снижению потребления покупного газа и электрической энергии.

Для повышения эффективности энергоснабжения кондитерского производства была рассмотрена структура энергобаланса ОАО «Запорожской кондитерской фабрики», являющейся типовым представителем пищевой отрасли промышленности по ассортименту выпускаемой продукции. Производство данного предприятия расположено на двух производственных площадках (производственная площадка №1 – ПП1 и производственная площадка №2 – ПП2), удаленных друг от друга на расстоянии 4 км. Баланс затрат на энергоносители и воду, полученный в результате проведенного энергоаудита предприятия, представлен на рис. 1.

Анализ данного баланса и технологической схемы показывает, что большая часть производственного процесса основывается на использовании пара, получаемого при сжигании природного газа. При этом в халвично-вафельном цехе за сутки перерабатывается 12 тонн подсолнечника, 20 % из которых (составляющих 2,4 тонны/сутки шелухи подсолнечника) – это отходы, которые могут быть использованы в качестве вторичного источника энергии. На ПП1 пар вырабатывается в котельной №1 котлом марки ДКВР-6,5–13 в объеме 12919,4 Гкал/год, на что тратится 2983,297 тыс м³/год природного газа. На ПП2 пар также вырабатывается котлом ДКВР-6,5–13 в котельной №2 в объеме 4330,9 Гкал/год, для чего из городской газовой магистрали используется 2134,145 тыс м³/год газа.

Анализ себестоимости кондитерской продукции показал, что затраты на выработку тепловой энергии на кондитерской фабрике превышают нормируемое ВНТП 21-92 значение более, чем в 2 раза (6,5 %) [3].

© И. В. Авдеев, А. П. Заболотный, Ю. В. Даус 2009 г.

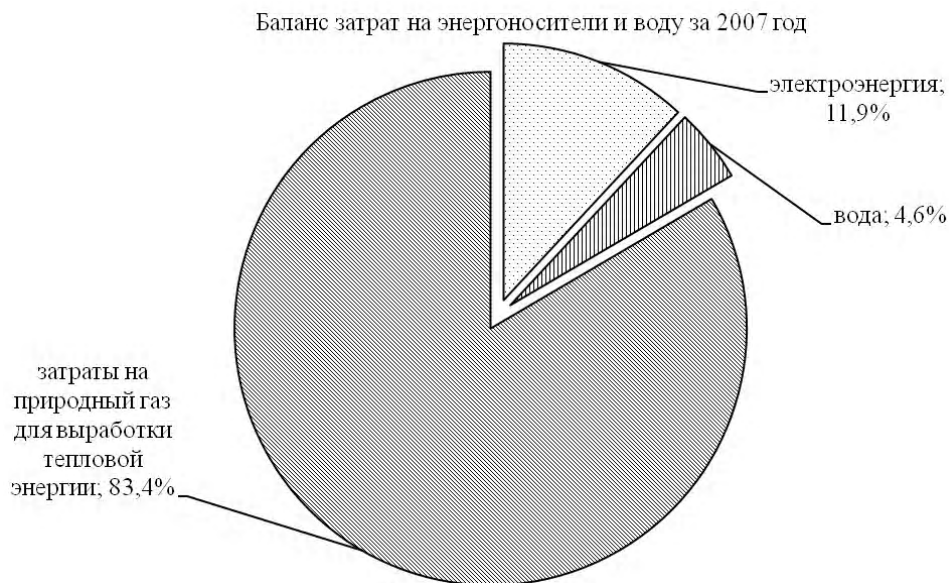


Рис. 1. Баланс затрат предприятия на энергоносители и воду за 2007 год

Снизить долю затрат на приобретение природного газа в себестоимости возможно, изменив структуру энергобаланса предприятия путем снижения доли потребления покупного природного газа.

На сегодняшний день разработаны технологии переработки биомассы, такие как прямое сжигание, газификация, анаэробная ферментация с получением биогаза и т. д. [4]. Снизить объем потребления покупного природного газа возможно путем внедрения разработанных технологий переработки биомассы с использованием одного из следующих вариантов.

Вариант 1 – частичное покрытие затрат на природный газ за счет продажи шелухи потребителю. Шелуху можно продавать фирмам – производителям топливных гранул, пеллет, или установить на фабрике брикетизирующую установку и продавать топливные брикеты непосредственным потребителям. Очевидно, что последний вариант предпочтительнее, так как он дает возможность расширить рынок и получить больший доход. Существующие линии по брикетированию и получению топливного брикета из отходов растительного происхождения и отходов деревообработки дают возможность производства топливных брикетов методом экструдирования или прессования. Полученные брикеты широко применяются для всех видов топков, бытовых и промышленных котлов, в каминах и грилях.

Вариант 2 – прямое сжигание шелухи. В настоящее время на рынке представлен целый ряд высокоэффективного оборудования по сжиганию биомассы. Такие установки технологически не сложны и надежны, а также просты в обслуживании. Кроме того, к достоинствам данного варианта можно отнести то, что при сжигании шелухи подсолнечника эмиссия CO_2 в атмосферу в 15 раз меньше, чем при сжигании газа, в 20 раз – мазута, и 50 раз – угля; выбросы серы практически отсутствуют (согласно данным санитарно-эпидемиологической экспертизы) [5].

Вариант 3 – использование биогазовой установ-

ки, в основе работы которой лежит процесс получения биогаза при анаэробном сбраживании органических веществ (при отсутствии кислорода). Достоинство этого варианта заключается в том, что биогаз можно сжигать в уже существующих котельных установках фабрики наравне с природным газом. К недостаткам необходимо отнести высокое содержание CO_2 – до 30–35 %, а также неоднородность выработки и непостоянство качества биогаза.

Вариант 4 – использование газификатора твердого топлива, в основе работы которого лежит термохимический процесс превращения всей горючей массы топлива под действием кислорода в горючий газ. Достоинство этого варианта, как и предыдущего, заключается в том, что не требуется замена генерирующего оборудования. Содержание CO_2 – высокое, но ниже чем у биогаза (10–15 %).

По результатам исследования рынка оборудования, реализующего выше приведенные варианты, и выполненных авторами соответствующих инженерных расчетов были определены следующие технико-экономические показатели для рассматриваемых вариантов.

Вариант 1. При установке на фабрике брикетизирующей установки ПЕ ЕВ – 350 фирмы «ЭкоЭнергоХарьков» [6] стоимостью 259 875 грн. годовые затраты на электроэнергию возрастут на 20 тыс грн. При этом установка позволит производить в год брикетов на сумму более, чем 360 тыс грн. Их реализация позволит покрыть 5,1 % затрат на природный газ. Проект окупится меньше, чем за год.

Вариант 2. Если установить 5 котлов марки ЭКО-ТЕП фирмы «ЭкоЭнергоХарьков» [5] на ПП2, то это удовлетворит потребность ПП2 в паре и позволит полностью отказаться от приобретения природного газа для нужд технологического процесса на ПП2. При этом необходимо установить брикетизирующую установку для подготовки топлива перед подачей его в котлы. Технические характеристики котла представлены в табл. 1.

Таблица 1. Технические характеристики котла марки ЭКОТЕП, работающего на шелухе подсолнечника

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
Расход пара	160 кг/час
Давление пара	6 кг/см ²
Максимальное давление пара	7 кг/см
Температура пара	равновесна давлению пара
Режим подачи топлива	автоматический

Стоимость данного проекта составляет 670 тыс грн. Экономия газа достигает 2134,15 тыс м³, что соответствует (при тарифе на газ в 1310 грн./тыс м³) его стоимости в размере 2,8 млн грн. в год. В результате внедрения проекта затраты на газ сократятся на 34,8 %. Проект окупится меньше, чем за год.

Вариант 3. При установке биореактора фирмы «Биодизельднепр», г. Днепропетровск, стоимостью 115,5 тыс грн. [5] (параметры установки представлены в табл. 2) дополнительные годовые затраты на электроэнергию составят 3,5 тыс грн. При этом затраты на газ уменьшатся на 3 %. Срок окупаемости проекта – 1 год.

Вариант 4. При установке газогенератора фирмы Flex Technologies, г. Москва (стоимость установки которого составляет 301,3 тыс грн. [5]) дополнительные годовые затраты на электроэнергию составят 7,4 тыс грн. Параметры установки представлены в табл. 3. Проект окупится за 1 год при снижении затрат на покупку природного газа на 9,2 %.

Анализ полученных результатов показывает, что при одинаковых сроках окупаемости (1 год) в случае выбора варианта 2 появляется возможность экономии природного газа в размере 34,8 %, что (при тенденции роста тарифа на природный газ до уровня мировых цен) является наиболее предпочтительным. Для оценки повышения эффективности энергоснабжения

Таблица 2. Параметры биоэнергетической установки

Параметры установки	
Объем биореактора, м ³	10
Суточная загрузка, т	2
Выход удобрений, т/сутки	2
Выход биогаза из шелухи подсолнечника при номинальной загрузке, м ³ /сутки	600
Режим работы	автоматический

Таблица 3. Параметры газогенератора фирмы Flex Technologies

Параметры установки ГТП-0,5	
Производительность по газу, м ³ /час	500
Расход шелухи подсолнечника, кг/час	133,0
Влажность топлива, %	55
Установленная электрическая мощность, кВт	3

жения на основе произведенной оптимизации структуры энергобаланса предприятия был проведен уточненный финансово-экономический расчет реализации варианта 2. Прогнозируемый баланс затрат на энергоносители на 2009 год представлен на рис. 2, а на рис. 3 приведены показатели снижения удельных затрат на энергоносители (на 1 грн. продукции).

Анализ полученных результатов показал, что после внедрения варианта 2 произойдут следующие изменения. Составляющая затрат на природный газ в структуре затрат на выпуск продукции уменьшится более, чем в 1,5 раза – до 3,9 %, что в денежном выражении составляет 2,8 млн грн. (при тарифе на природный газ, равном 1310 грн./тыс м³). Также состоялись изменения в балансе затрат на энергоносители. Затраты на газ уменьшились с 83,43 % до 48,6 % согласно рис. 2. Удельные показатели затрат на энергоносители (на 1 грн. продукции) в среднем уменьшились на 40 %, что следует из рис. 3.

Кроме того, принимая во внимание то, что реализация проекта позволит полностью отказаться от приобретения природного газа для нужд технологического процесса на ПП2 и максимально приблизить генерацию тепловой энергии к потребителю, (что, в свою очередь, даст возможность минимизировать потери и затраты на передачу энергии), вариант 2 принят к внедрению на ОАО «Запорожская кондитерская фабрика».

При этом доля затрат на электроэнергию в структуре затрат на энергоносители не превышает 12 % (согласно рис. 1), и эта составляющая затрат занимает второе место в данной структуре. Практически целесообразно предложить три следующие варианта снижения затрат на электроэнергию: во-первых, с регулированием присоединенной мощностью трансформатора (беззатратный проект) [6, 7]; во-вторых, с ком-

Прогнозируемый баланс затрат на энергоносители на 2009 год

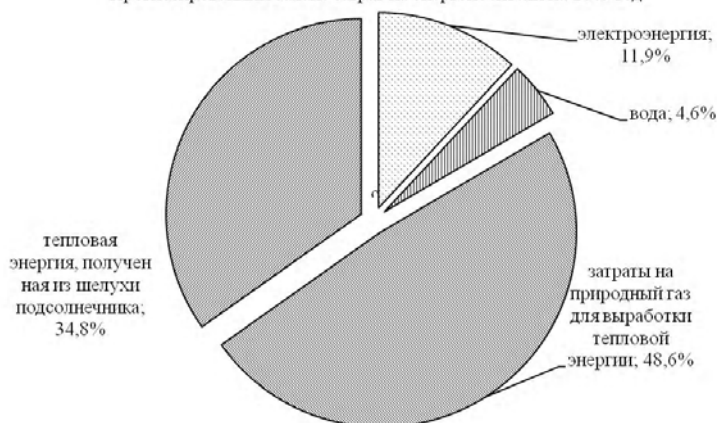


Рис. 2. Прогнозируемый баланс затрат на энергоносители и воду на 2009 год

Рис. 3. Снижение затрат на энергоносители на 1 грн. продукции



пенсацией реактивной мощности и, в третьих, с переходом на дифференцированный по зонам суток тариф.

На исследуемом предприятии существует предпосылка для внедрения первого мероприятия: неравномерная нагрузка по сменам силовых трансформаторов 10/0,4 кВ двухтрансформаторной подстанции (2x1000 кВА), расположенной на ПП1. Снижение технологической нагрузки во вторую и третью смены позволяет отключить один из трансформаторов на этот период работы предприятия. Это позволит, по нашим проведенным расчетам, снизить потери электроэнергии с 55 тыс кВт-часов/год до 43 тыс кВт-часов/год, т. е. – на 17,3 тыс кВт час/год (что в денежном выражении составляет 4,8 тыс грн./год при тарифе 0,281 грн./кВт час). Такой проект снизит потребление электрической энергии на 0,5 %.

Что касается варианта с использованием на предприятии компенсирующих, то установлено, что резервы по экономии электрической энергии за счет решения вопроса компенсации реактивной мощности на данном предприятии уже технически реализованы.

Применение же при расчетах за электроэнергию дифференцированных по зонам суток тарифов требует внедрения на предприятии автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ), что, по нашим расчетом, позволит сэкономить до 2% годового расхода электроэнергии. Кроме того, использование АСКУЭ дополнительно упорядочит расчет и контроль фактического расхода электроэнергии в режиме реального времени [8], а это, в свою очередь, даст возможность более качественно составить и провести анализ энергобаланса предприятия.

Вывод. Эффективное планирование мероприятий по снижению затрат на энергоносители возможно в современных условиях только на основе анализа структуры энергобаланса предприятия и с использованием внутренних его ресурсов. Пример такого анализа (выполненный для ОАО «Запорожская кондитерская фабрика») определил вид и последовательность вне-

дрения мероприятий по снижению затрат на газ и электрическую энергию.

Перечень ссылок

1. Маляренко В. А. Перспективы использования биоэнергетических технологий в Украине / В. А. Маляренко, И. И. Капцов, И. Г. Жиганов // Интегровані технології та енергозбереження : щоквартальний науково-практичний журнал. – Харків: НТУ «ХПІ», 2005 – № 2. – С. 22–28.
2. Атлас енергетичного потенціалу відновлювальних та альтернативних джерел енергії України / С. О. Кудря, Л. В. Яценко, Г. П. Душина [та ін.] ; НАН України. – К., 2001.
3. Нормы технологического проектирования предприятий кондитерской промышленности: ВНТП 21-92. – Офиц. изд. – М.: Минсельхозпрода СССР, 1991. – 164 с.
4. Соловей О. І. Від виробництва до ефективного споживання енергії / О. І. Соловей, А. В. Праховник, Є. М. Іншеков [та ін.]. – К.: Київ. Нот. ф-ка, 1999. – 400 с.
5. Швець А. В. Брикетирование отходов биомасс [Электронный ресурс] / А. В. Швець, В. В. Швець. – Черкассы : «ЭККО», 2004. – Режим доступа : [http:// www.agrosoya.ru](http://www.agrosoya.ru).
6. Киреева Э. А. Рациональное использование электроэнергии в системах промышленного электроснабжения / Э. А. Киреева. – М.: НТФ «Энергопрогресс», 2000. – 76 с.
7. Анчаров Т. В., Гамазин С. И., Шевченко В. В. Экономия электроэнергии на промышленных предприятиях / Т. В. Анчаров, С. И. Гамазин, В. В. Шевченко. – М.: Высш. шк., 1990. – 143 с.
8. Литвинов Е. С. Оперативный анализ потребления энергоресурсов металлургическим предприятием / Е. С. Литвинов, А. П. Заболотный // Електротехніка та електроенергетика. – 2006. – № 2. – С. 71–74.

Поступила в редакцию 28.10.08 г.

Проведений аналіз використання вторинних енергоресурсів підприємства (на прикладі кондитерської фабрики) для зниження витрат на вироблення теплової енергії та запропоновані безвитратні заходи щодо зниження споживання електричної енергії.

The analysis of enterprise waste energy utilization to reduce heat energy generation costs for confectionery is conducted and the arrangements without capital investment to reduce electricity consumption are proposed.