

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГОРЕСУСОВ

О.М. Баранкевич, О.А. Пичугова

Целью исследований является анализ и повышение эффективности использования энергоресурсов. Создана математическая модель объекта; разработано программное обеспечение, позволяющее осуществлять расчет значений показателей, выбранных для оценки эффективности использования энергоресурсов, а также позволяющее определять оптимальный график начала процесса автоклавной обработки в цехах.

Ключевые слова: эффективность использования энергии, автоклавная обработка, котельное оборудование, оптимальный график запарок автоклавов.

Объектом исследования в данной научной работе является эффективность расхода энергоресурсов на ЗАО «Могилевский КСИ».

Закрытое акционерное общество «Могилевский комбинат силикатных изделий» – многоотраслевое крупное предприятие строительной индустрии, занимает одно из доминирующих положений на рынке производства строительных материалов своего профиля по объемам среди аналогичных предприятий Республики Беларусь. Один из факторов производства конкурентоспособной продукции – снижение энергоёмкости производства.

Снижение энергоёмкости возможно за счет более эффективного использования имеющихся энергоресурсов. Под повышением эффективности понимается уменьшение объема использованной энергии на выпуск того же объема продукции. В этом случае будет снижаться норма расхода на единицу произведенной продукции.

Для определения путей повышения эффективности использования энергии необходимо проанализировать сложившуюся на комбинате ситуацию, выявить резервы экономии энергии и разработать мероприятия по использованию выявленных резервов.

Таким образом, целью данной научной работы является анализ и повышение эффективности использования энергоресурсов на основе управления временем начала протекания процесса автоклавной обработки.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: проведен анализ расхода энергоресурсов, выявлен резерв экономии тепловой энергии, решена оптимизационная задача для использования выявленного резерва.

Для автоматизации процесса анализа было разработано программное обеспечение с использованием пакета офисных приложений Microsoft Office с использованием средств пакетов Microsoft Excel и Microsoft Access, а также среды программирования Visual Basic for Application (VBA).

Для построения графика начала запарок в производственных цехах была проанализирована предметная область. В результате были выделены следующие параметры.

Параметры, характеризующие процесс автоклавной обработки:

- температура внутри автоклава;
- давление внутри автоклава;
- время начала запарки;

- наличие перепуска из одного автоклава в другой ($НП$ (0 или 1));
- производительность одной запарки автоклава ($ПР$);
- длительность автоклавной обработки (запарки) ($ТЗ$):

$$ТЗ = ТП + ТВ + ТС, \quad (1)$$

- где $ТП$ – длительность стадии подъема давления, ч;
 $ТВ$ – длительность стадии выдержки, ч;
 $ТС$ – длительность стадии сброса давления, ч.
 – объем потребляемого пара за одну запарку ($ОПЗ$):

$$ОПЗ = ОПП + ОПВ + ОПС, \quad (2)$$

- где $ОПП$ – объем пара, необходимый на стадии подъема давления, т пара;
 $ОПВ$ – объем пара, необходимый на стадии выдержки, т пара;
 $ОПС$ – объем пара, потребляемый при сбросе давления, т пара.

Объем пара, необходимый на стадии подъема давления, определяется по формуле:

$$ОПП = \begin{cases} \sum_{j=1}^{ТП} ОПП_j^y, НП = 0, \\ \sum_{j=0.5 \cdot ТП}^{ТП} ОПП_j^y, НП = 1, \end{cases} \quad (3)$$

- где $ОПП_j^y$ – установленный объем потребляемого пара за j -й час стадии подъема давления, т пара.

Объем пара, необходимый на стадии выдержки, определяется по формуле:

$$ОПВ = \sum_{j=1}^{ТВ} ОПВ_j^y, \quad (4)$$

- где $ОПВ_j^y$ – установленный объем потребляемого пара за j -й час стадии выдержки, т пара.

При сбросе давления объем потребляемого пара равен нулю.

Установленный объем потребляемого пара на каждой стадии может быть задан в интервальном виде.

Перечисленные параметры являются внутренними для рассматриваемой модели. Значения таких параметров как длительность автоклавной обработки, количество стадий и их продолжительность, температура и давление внутри автоклава определяются технологией производства продукции. Производительность автоклава определяется его техническими характеристиками.

Управляемым параметром является время начала каждой запарки. Значение этого параметра определяет возможность перепуска пара из одного автоклава в другой, что влияет на объем потребляемого пара в течение каждого часа автоклавной обработки.

Факторы, влияющие на количество запарок в течение суток:

- плановый объем производства ($ОПр$);
- наличие подготовленного сырья.

Данные параметры будут внешними по отношению к модели. Под наличием подготовленного сырья подразумевается готовность автоклава к началу процесса

пропарки к тому часу, с которого должна начаться запарка, то есть все стадии технологического процесса, предшествующие стадии автоклавной обработки должны быть закончены к установленному времени. Зная плановый объем производства на сутки, необходимое количество запарок в течение суток ($KЗ$) можно определить по формуле:

$$KЗ = \frac{ОПр}{ПРГ} . \quad (5)$$

Параметры, характеризующие работу котла:

- производительность котла ($ПРГ$);
- минимальный коэффициент загрузки котла ($k_{3\min}$).

Данные параметры являются внешними по отношению к рассматриваемой модели и определяются исходя из технических характеристик котла. На основании этих данных по формуле (6) можно определить, какой объем пара должен быть потреблен для того, чтобы коэффициент загрузки котла был не ниже минимального

$$\min ОП = ПРГ \cdot k_{3\min} , \quad (6)$$

где $\min ОП$ – минимальный объем потребляемого пара.

Параметры, характеризующие работу за прошлый период:

– количество запарок, окончание автоклавной обработки у которых наступит на следующий день;

- длительность каждой такой запарки;
- объем пара, потребляемый данными запарками.

Данные параметры являются внешними.

Параметры, характеризующие работу в течение суток:

- количество перепусков;
- объем потребляемого пара за каждый час всеми цехами в течение суток;
- планируемый объем потребления пара за каждый час ($ОПЧ$);
- коэффициент загрузки котла в каждый час (k_3).

Данные параметры являются выходными.

Коэффициент загрузки котла за час можно быть определен по формуле:

$$k_3 = \frac{ОПЧ}{ПРГ} . \quad (7)$$

В качестве интервала для построения графика запарок выбран период времени, равный длительности рабочего дня.

При перечисленных параметрах на одни сутки возможно большое количество вариантов начала запарок. Оптимальным среди них будет тот вариант, при котором будет максимальное количество перепусков и минимальное количество времени, когда коэффициент загрузки котла меньше установленного минимального значения.

При поиске оптимального варианта необходимо учитывать ограничения:

- каждая запарка должна начаться в течение рабочего дня

$$t_k \leq T, k = \overline{1, KЗ} , \quad (8)$$

где t_k – время начала k -й запарки;

T – длительность рабочего дня.

- коэффициент загрузки котла должен быть меньше единицы ($k_3 \leq 1$).

При построении графиков приняты следующие допущения:

а) время начала запарки – целый час без минут. Такое допущение обусловлено тем, длительность стадий является величиной, равной целому количеству часов;

б) выполнение всех операций, предшествующих автоклавной обработке, ко времени начала запарки;

в) для осуществления всех запарок хватит того количества автоклавов, которое есть в каждом цехе. Данное допущение возможно, так как один автоклав может быть использован в течение суток несколько раз и количество автоклавов в цехах достаточно при существующем объеме производства. Конечно, при увеличении планового объема производства в несколько раз данное допущение приведет к неадекватным результатам, но в ближайшее время такого резкого увеличения объемов производства не планируется.

Для поиска оптимального варианта в модели определена целевая функция, которая является мультипликативной сверткой двух вышеуказанных критериев. Данная целевая функция может быть записана в следующем виде:

$$\frac{КП}{КЧ} \rightarrow \max, \quad (9)$$

где $КП$ – количество перепусков;

$КЧ$ – время, в течение которого коэффициент загрузки котла меньше установленного.

Данная целевая функция будет принимать максимальное значение при минимальном количестве часов с недостаточной загрузкой котла и при максимальном количестве перепусков.

Количество часов с недостаточной загрузкой котла в ходе расчетов будет получено в интервальном виде, что обусловлено интервальным видом коэффициента загрузки котла. Следовательно, значения целевой функции также будут получены в интервальном виде. Оптимальным будет тот вариант, у которого значение нижней границы интервала целевой функции будет максимальным. Такой подход обеспечит выбор максимального значения среди минимально возможных.

Нахождение оптимального варианта может быть осуществлено путем перебора всех возможных вариантов и выбора среди них того, который удовлетворяет выбранным критериям. Для сокращения затрат времени и ресурсов ЭВМ из полного перечня всех возможных вариантов можно исключить те варианты, которые априори не будут оптимальными. Это те варианты, в которых в каждый час начинается более одной запарки в пределах одного цеха. Такие варианты начала сокращают возможное количество перепусков и увеличивают возможность того, что коэффициент загрузки котла будет меньше установленного.

Литература

1. *Стражев В.И.* Анализ хозяйственной деятельности в промышленности: Учебник / *Н.А.Русак, В.И.Стражев, О.Ф.Мигун* и др.; Под общ. ред. *В.И.Стражева*. – Мн.: Выш. шк., 1998. – 398 с.: ил.
2. *Савицкая Т.В.* Анализ хозяйственной деятельности предприятия. – Мн.: Новое знание, 2000. – 328 с.: ил.
3. *Экономико-математические методы и модели: Учеб. пособие / Н.И.Холод, А.В.Кузнецов, Я.Н.Жихар* и др.; Под общ. ред. *А.В.Кузнецова*. 2-е изд. – Мн.: БГЭУ, 2000. – 412 с.
4. *А. А. Андрижиевский* Энергосбережение и энергетический менеджмент : учеб. пособие / *А. А. Андрижиевский, В. И. Володин*. – 2-е изд., испр. – Мн.: Высш. шк., 2005. – 294 с.

Баранкевич Олеся Михайловна

Выпускница 2007 года экономического факультета

Белорусско-Российский университет, г. Могилев

Тел.: +375(222) 32-79-24

E-mail: baromix@tut.by

Пичугова Ольга Анатольевна

Старший преподаватель кафедры «Экономическая информатика»

Белорусско-Российский университет, г. Могилев

Тел.: +375(222) 48-13-64

E-mail: olga_mogilev@mail.ru