

**УНИВЕРСИТЕТ ПО ХРАНИТЕЛНИ ТЕХНОЛОГИИ –
ПЛОВДИВ**

**UNIVERSITY OF FOOD
TECHNOLOGIES – PLOVDIV**

НАУЧНИ ТРУДОВЕ

**SCIENTIFIC
WORKS**

**TOM LXI
I част**

**VOLUME LXI
part I**

2014

За съдържанието на всяка статия отговорност носят авторите
The authors are responsible for contains of the papers.

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

Председател:

Проф. д-р Пантелей Денев

Членове:

Проф. д.т.н. Албена Стоянова

Проф. д.т.н. Алберт Кръстанов

Проф. д.т.н. Николай Менков

Проф. д.н Божидар Хаджиев

Проф. д-р Васил Карагъзов

Проф. д-р Димитър Хаджикинов

Проф. д-р Иван Панчев

Проф. д-р Йорданка Алексиева

Проф. д-р Костадин Василев

Проф. д-р Милчо Ангелов

Проф. д-р Николай Банков

Проф. д-р Пламен Моллов

Проф. д-р Симеон Василев

Доц. д-р Венцислав Ненов

Доц. д-р Лидия Колева

Доц. д-р Николай Шопов

Доц. д-р Радка Власева

Доц. д-р Стефчо Кемилев



DEVELOPMENT OF LOGICAL SUBSYSTEMS FOR AUTOCLAVES WITHOUT BACK PRESSURE, O.N. Klymenko, V.G. Trehub 626

126. УДАЛЕННАЯ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТКРЫТЫХ ТЕХНОЛОГИЙ БЕСПРОВОДНОГО INTERNET, А.Н. Пупена, И.В. Эльперин, А.А. Повзык
REMOTE DISPATCHING CONTROL USING OPEN TECHNOLOGIES WIRELESS INTERNET, A.N. Pupena, I.V. Elperin, A.A. Povzyk 630

127. ПОДСИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧИ СЫРЬЯ НА ПЕРЕРАБОТКУ ДЛЯ ДИФУЗИОННОЙ СТАНЦИИ САХАРНОГО ЗАВОДА, В.М. Сидлецкий, И.В. Эльперин, А.И. Левченко
A SUBSYSTEM OF MANAGEMENT DELIVERS RAW MATERIALS FOR PROCESSING FOR STATION DIFFUSIONS OF SUGAR FACTORY, V.M. Sidletsky, I.V. Elperin, A.I. Levchenko 634

128. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВЫРАЩИВАНИЯ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ, Ю.О. Чорная, В.Г. Трегуб
DETERMINATION OF KINETIC PARAMETERS FOR MICROBIOLOGICAL PROCESSES OF GROWING BAKER'S YEAST, J.O. Chorna, V.G. Trehub 640

129. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИЗСЛЕДВАНЕ НА РАЗПРЕДЕЛЕНИЕТО НА ТЕЧНАТА ФАЗА В НЕНАРЕДЕН ПЪЛНЕЖ RASCHIG SUPER-RING, Даниела Джнонова-Атанасова, Татяна Петрова, Симеон Даракчиев, Полина Тодорова, Светослав Након, Роман Попов, Крум Семков,
MEASUREMENT OF LIQUID DISTRIBUTION IN RANDOM RASCHIG SUPER-RING PACKING, Daniela Dzhonova-Atanasova, Tatyana Petrova, Simeon Darakchiev, Polina Panayotova, Svetoslav Nakov, Roman Popov, Krum Semkov 644

130. ОПИТ ОТ ИЗГРАЖДАНЕ НА ПИЛОТНА ИНСТАЛАЦИЯ ЗА СЯРООЧИСТВАНЕ НА ДИМНИ ГАЗОВЕ, Даниела Джнонова-Атанасова, Люцкан Люцканов, Димитър Колев
EXPERIENCE FROM CONSTRUCTION OF A PILOT PLANT INSTALLATION FOR FLUE GAS DESULFURIZATION, Daniela Dzhonova-Atanasova, Ljutzkan Ljutzkanov, Dimitar Kolev 648

131. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ МЕТОДОВ ВОДОПОДГОТОВКИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, И.А. Никитин, Т.Б. Цыганова, В.В. Калужный, Г.С. Евтушенко, О.А. Гакова, Ю.Н. Труфанова, Д.И. Борисенко,
THE USE OF NEW TREATMENT METHODS IN THE FOOD INDUSTRY, I.A. Nikitin, T.B. Cyganova, V.V. Kalyuzhniy, G.S. Yevtushenko, O.A. Gakova, Y.N. Trufanova, D.I. Borisenko 652

132. ПРИНЦИП «ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КОМПЕНСАЦИИ НЕОБРАТИМОСТИ» В АНАЛИЗЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА, Шутюк В.В., Самийленко С.Н., Василенко С.М., Бессараб А.С.,
THE PRINCIPLE OF «ENERGY COMPENSATION IRREVERSIBILITY» IN THE ANALYSIS OF THE ENERGY EFFICIENCY OF PRODUCTION, Shutuyuk V., Samiylenko S., Vasylenko S., Bessarab O. 656

КОМПЮТЪРНИ СИСТЕМИ И ТЕХНОЛОГИИ 659

133. СВЪРЗВАНЕ НА СЕНЗОРИ ЗА ЦВЯТ КЪМ МИКРОПРОЦЕССОРНИ СИСТЕМИ, Красимир Колев
CONNECTION OF COLOR SENSORS TO MICROPROCESSOR SYSTEMS, Kr. Kolev 660

134. АРМ БАЗИРАНА МИКРОПРОЦЕССОРНА СИСТЕМА ЗА МУЛТИСЕНЗОРНО ОКАЧЕСТВЯВАНЕ НА ХРАНИ, Красимир Колев
ARM BASED MICROPROCESSOR SYSTEM FOR MULTI-SENSORY FOOD EVALUATION, Krassimir Iliev Kolev 666

135. РЕАЛИЗАЦИЯ НА ЕЛЕКТРОНЕН РЕЧНИК В ОБЛАСТТА НА МЛЯКОТО И МЛЕЧНИТЕ ПРОДУКТИ, Атанаска Босакова-Арденска, Ангел Данев, Петър Панайотов, Петя Боянова
IMPLEMENTATION OF ELECTRONIC DICTIONARY IN AREA OF MILK AND MILK PRODUCTS, Atanaska Bosakova-Ardenska, Angel Danev, Petar Panayotov, Petya Boyanova, 672

ПРИНЦИП «ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ КОМПЕНСАЦИИ НЕОБРАТИМОСТИ» В АНАЛИЗЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА

Шутюк В.В., Самийленко С.Н., Василенко С.М., Бессараб А.С.
Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина

THE PRINCIPLE OF «ENERGY COMPENSATION IRREVERSIBILITY» IN THE ANALYSIS OF THE ENERGY EFFICIENCY OF PRODUCTION

Shutyuk V., Samiylenko S., Vasylenko S., Bessarab O.
National university of food technologies Kiev, Ukraine

Abstract

The article examines the methodology of thermodynamic analysis and the optimization of heat engineering complex of saccharine industry. Thermodynamic analysis, which was mentioned in the article, assumes determination of measure of irreversibility of processes in the apparatus and energetic efficiency of apparatus in the whole with the help of exceptionally entropy. According to the principle of «energy compensation irreversibility» found that the energy of the fuel consumed by now spent on compensation of internal and external irreversibility. In modern dairies dominant component in the heat-processing facility is the external irreversibility in the thermal power station - internal irreversibility.

Keywords: energy saving, fuel, entropy, production.

Введение

Энергосбережение можно определить как систему мероприятий, в результате внедрения которых сокращается потребность в топливно-энергетических ресурсах (ТЭР) на единицу конечного полезного эффекта от их использования. Поскольку в свеклосахарном производстве, согласно физико-химических принципов, полезно используется не вся энергия, поступившая на производство, то энергосбережение сводится как к экономии ТЭР, так и к повышению эффективности их использования [1]. Причем именно последнее является определяющим в процессе снижения расхода ТЭР.

Основными энерготехнологическими факторами, влияющими на энергоэффективность свеклосахарного производства, являются технологическое и энергетическое совершенство структуры его энерготехнологического комплекса (ЭТК), оборудования и его элементов, которыми оборудована ЭТК, их физическое

состояние, а также соответствие проектных и фактических эксплуатационных характеристик системе действующих норм, требований, стандартов [2].

То есть, энерготехнологическая задача повышения энергоэффективности сахарного производства является сложной иерархической научно-технической задачей.

Материалы и методы

На сегодня как механизм для определения энергоэффективности энергетических систем в мире интенсивно развивается так называемая *термоэкономика*, представляющая собой комбинацию термодинамического и стоимостного анализов и которая может предоставить широкую информацию о энергоэкономическом совершенстве системы, которую исключительно традиционными методами получить невозможно. В ее основе лежит принцип термодинамической оптимизации, основанный на понятии термодинамической неэффективности [3].

Характеристики необратимости различного содержания позволяют установить аналитическую связь между ростом энтропии,

температурой окружающей среды (ОС) и расходом энергии или топлива на технологический процесс. Учитывая термодинамическую специфику такой связи (работает второй закон термодинамики), тезис предыдущего предложения целесообразно сформулировать более корректно: топливо расходуется на компенсацию необратимости процессов энерготехнологического комплекса (ЭТК) производства. Именно такой подход, существенно отличаясь от классического энергетического, открывает новые возможности в системном энергетическом анализе. Рассмотрим подробнее.

Результаты и обсуждение

В общем виде последовательность энергетических преобразований в энерготехнологическом комплексе сахарного производства можно представить следующим образом: теплоэнергоцентральный (ТЭЦ) – источник соответствующих форм энергии, а также теплотехнологический комплекс (ТТК) и окружающая среда (ОС) – гигантский теплообменник максимальной необратимости (рис.).

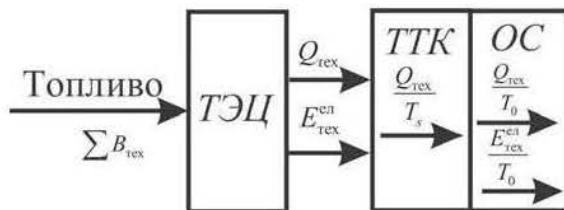


Рис. Общие энергетические и энтропийные преобразования сахарного предприятия

Согласно классическим соображениям, основная часть топлива, поступающего в ТЭЦ ($\Sigma B_{\text{тех}}$), расходуется на генерацию теплоты ($Q_{\text{тех}}$) и электрической энергии ($E_{\text{тех}}^{\text{эл}}$), которые необходимы для осуществления технологического процесса. Разделим $\Sigma B_{\text{тех}}$ на две составляющие и установим связь с соответствующими энергетическими характеристиками по известным уравнениям:

$$\Sigma B_{\text{тех}} = B_{\text{тех}}^{\text{Q}} + B_{\text{тех}}^{\text{эл}}; \quad (1)$$

$$B_{\text{тех}}^{\text{Q}} = \frac{Q_{\text{тех}}}{Q_{\text{н}}^{\text{p}} \eta_{\text{ТЭЦ}}^{\text{Q}}}; \quad (2)$$

$$B_{\text{тех}}^{\text{эл}} = \frac{E_{\text{тех}}^{\text{эл}}}{Q_{\text{н}}^{\text{p}} \eta_{\text{ТЭЦ}}^{\text{эл}}}, \quad (3)$$

где $\eta_{\text{ТЭЦ}}^{\text{Q}}$ и $\eta_{\text{ТЭЦ}}^{\text{эл}}$ – КПД ТЭЦ на произведенную теплоту и электрическую энергию соответственно.

Проанализируем энергетические преобразования с точки зрения второго закона термодинамики. Так, выведенная в ТЭЦ из состояния термодинамического равновесия химическая (свободная) энергия топлива на пути к равновесию с НС проходит через термодинамическую систему ТТК (рис.), в которой через последовательность необратимых процессов происходит полное срабатывание полезных потенциалов. Поскольку потенциалы сработаны, такая энергия теряет смысл, а потому возобновляется высокопотенциальной за счет топлива. Важно то, что метод энергетических балансов при этом не фиксирует никаких изменений – количество энергии на входе в ТТК и на выходе одинаково. Как известно, на практике этот парадокс корректируется введением двух антропоморфных понятий: «полезно использованная энергия» и «потери», ни одно из которых не соответствует содержанию закона сохранения энергии. Таким образом, в энергетическом подходе мы анализируем последствия, оставляя без внимания причины. Однако, если в основу анализа эффективности положить принцип «энергетической компенсации необратимости», то получим прямую связь: топливо — необратимость — эффективность.

Общий рост энтропии, определяемый из уравнения общепроизводственного аналитического баланса энтропии (ОАБ), запишем как сумму двух слагаемых:

$$\Sigma \Delta S_{\text{irrev}}^{\text{tot}} = \Sigma \Delta S_{\text{irrev}}^{\text{Q}} + \Sigma \Delta S_{\text{irrev}}^{\text{эл}}. \quad (4)$$

Первое слагаемое характеризует необратимое взаимодействие теплоты с ОС:

$$\Sigma \Delta S_{\text{irrev}}^{\text{Q}} = Q_{\text{тех}} \left(\frac{T_s - T_0}{T_s T_0} \right), \quad (5)$$

где T_s – температура насыщения пара на входе в ТТК.

Второе – рассеивание электрической энергии с последующей теплоотдачей также в ОС:

$$\Sigma \Delta S_{\text{irrev}}^{\text{эл}} = \frac{E_{\text{тех}}^{\text{эл}}}{T_0}. \quad (6)$$

Далее подставим уравнения (5), (6) в (2), (3), соответственно. Образованным постоянным комплексам присвоим новые переменные:

– удельный расход топлива на компенсацию необратимости от теплового взаимодействия:



$$b_T = \frac{T_s T_0}{(T_s - T_0) Q_H^p \eta_{TEЦ}^Q}; \quad (7)$$

– удельный расход топлива на компенсацию необратимости от диссипации электрической энергии:

$$b_D = \frac{T_0}{Q_H^p \eta_{TEЦ}^{ел}}. \quad (8)$$

В результате получаем соотношение для расчета расхода топлива на компенсацию общих необратимости теплотехнологических процессов на основе энергетического (так называемого *физического*) и энтропийного подходов:

$$B_{\text{тех}}^Q = \sum \Delta S_{\text{irrev}}^Q b_T; \quad (9)$$

$$B_{\text{тех}}^{ел} = \sum \Delta S_{\text{irrev}}^{ел} b_D. \quad (10)$$

Учитывая содержание предыдущих уравнений и аддитивность энтропии, сделаем вывод: любая термодинамическая система, в которой протекают необратимые процессы различной природы, является потребителем топлива, расход которого численно равен произведению роста энтропии от необратимости процессов на соответствующий коэффициент пропорциональности:

$$B_i = \Delta S_{\text{irrev } i}^Q b_T + \Delta S_{\text{irrev } i}^{ел} b_D, \quad (11)$$

где B_i – расход топлива на компенсацию необратимости процессов в i -й подсистеме ТТК; $\Delta S_{\text{irrev } i}^{ел}$ – рост энтропии от диссипации упорядоченной формы энергии; $\Delta S_{\text{irrev } i}^Q$ – рост энтропии от необратимости теплообмена.

Следовательно, общий расход топлива можем переписать в следующем виде:

$$\sum B_{\text{тех}} = \sum_{i=1}^n B_i, \quad (12)$$

где n – количество подсистем ТТК.

Подобным образом установим связь между расходом топлива и внутренней и внешней необратимостями ТТК. Для этого

необходимо разделить рост энтропии по источникам генерации:

$$\sum \Delta S_{\text{irrev}}^{\text{in}} = \sum_{\text{in}} \Delta S_{\text{irrev}}^Q + \sum_{\text{in}} \Delta S_{\text{irrev}}^{ел}, \quad (13)$$

$$\sum \Delta S_{\text{irrev}}^{\text{out}} = \sum_{\text{out}} \Delta S_{\text{irrev}}^Q + \sum_{\text{out}} \Delta S_{\text{irrev}}^{ел}. \quad (14)$$

Тогда уравнение расхода топлива на компенсацию внутренней и внешней необратимости ТТК получают вид:

$$B_{\text{тех}}^{\text{in}} = \sum_{\text{in}} \Delta S_{\text{irrev}}^Q b_T + \sum_{\text{in}} \Delta S_{\text{irrev}}^{ел} b_D, \quad (15)$$

$$B_{\text{тех}}^{\text{out}} = \sum_{\text{out}} \Delta S_{\text{irrev}}^Q b_T + \sum_{\text{out}} \Delta S_{\text{irrev}}^{ел} b_D. \quad (16)$$

Выводы

Разработаны и проанализированы два подхода (физический и энтропийный) к установлению связи между энергетической эффективностью и термодинамическим несовершенством производства; определены соответствующие коэффициенты пропорциональности; обоснована целесообразность энтропийного подхода как наиболее термодинамически корректного.

Согласно принципу «энергетической компенсации необратимости» установлено, что энергия топлива, потребляемого предприятием, расходуется на компенсацию внутренней и внешней необратимости процессов. На современных производствах доминантной составляющей в ТТК является внешняя необратимость, в ТЭЦ – внутренняя необратимость.

Литература

- [1] Анализ мирового рынка сахара: 2005-2014 г.г. М.: Businessstat. – 284 с.
- [2] Кименов Г. Рациональное использование топлива и энергии в пищевой промышленности [Текст] Пер. с болг. / Г. Кименов:– М.: Агропромиздат, 1990. – 167 с.
- [3] Shutyuk V. Thermodynamic analysis of heat exchanging appliances / V. Shutyuk, S. Samiylenko, S. Vasylenko// Journal of EcoAgriTourism. – Brasov.: Transilvania University Press, 2013. – Vol. 9, Nr. 1 (26). – P. 62-67.