

2. Инструкция по монтажу и эксплуатации пастеризатора Zeit.
3. Свердлов Г. З., Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха – М.:Пищевая промышленность. – 1978.
4. Каталог оборудования фирмы «Вега»

УДК 502.174.3:664.047

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АУДИТ ПИЩЕКОНЦЕНТРАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Терзиев С.Г., Борщ А.А., Малашевич С.А.
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

В работе приведены результаты исследования теплового состояния энергоёмкого оборудования и ограждающих конструкций цеха растворимого кофе. Приведены основы расчетно-экспериментального метода определения тепловых потерь. Предложены пути сокращения уровня тепловых потерь.

In work results of research of a thermal condition of the power-intensive equipment and protecting constructions of shop of instant coffee are resulted. Bases are resulted is settlement – an experimental method of definition of thermal losses. Ways of reduction of level of thermal losses are offered.

Ключевые слова: Теплоэнергетический аудит, пищевые концентраты, энергоэффективность.

Введение. Производство пищевых концентратов характеризуется значительным ассортиментом выпускаемой продукции. Технологии в основном связаны с обезвоживанием сырья и являются самыми энергоёмкими операциями при производстве пищевых продуктов. Поскольку стоимость энергоносителей в Украине практически достигла мирового уровня, то себестоимость пищевых концентратов в значительной степени определяется удельными расходами потребляемой энергии. Поэтому, решения энергетических проблем, связанных с функционированием энергоёмкого оборудования пищевых концентратных технологий актуально и экономически целесообразно.

Постановка задач исследования. Ставится задача провести теплоэнергетические обследования энергоёмкого оборудования пищевых концентратных технологий. Представляется, что особый интерес представляют такие аппараты, как ленточная сушилка, распылительная сушилка, обжарочный аппарат, вакуум-выпарная установка (ВВУ), система отопления цеха. Целью аудита является определение уровня тепловых потерь. Методами энергетического менеджмента [1] планируется провести анализ путей снижения тепловых потерь.

Расчетно-экспериментальная методика определения тепловых потерь. Тепловой поток от корпуса аппарата в окружающую среду принято рассчитывать с помощью уравнения теплопередачи. Суть предлагаемой методики в том, что ряд параметров измеряется, а ряд рассчитывается. Определяющим параметром является коэффициент теплоотдачи от поверхности корпуса аппарата ($Вт/м^2К$)

$$\alpha_o = 9,74 + 0,07 (t_{вс} - t_{ка}) \quad (1)$$

где $t_{вс}$ – температура воздуха в помещении, °С

$t_{ка}$ – средняя температура поверхности внешней стенки корпуса аппарата или отдельной его зоны, °С

Измерения проводились контактным термометром DAN 1000.

Потери теплоты в окружающую среду, Вт

$$Q_{пот} = \alpha_o * F * (t_{вс} - t_{ка}) \quad (2)$$

где F – измеренная площадь поверхности корпуса аппарата ($м^2$).

Результаты теплоэнергетического аудита оборудования. Пример результатов исследования обжарочного аппарата (ОА Пробат) приведен на рис. 1.

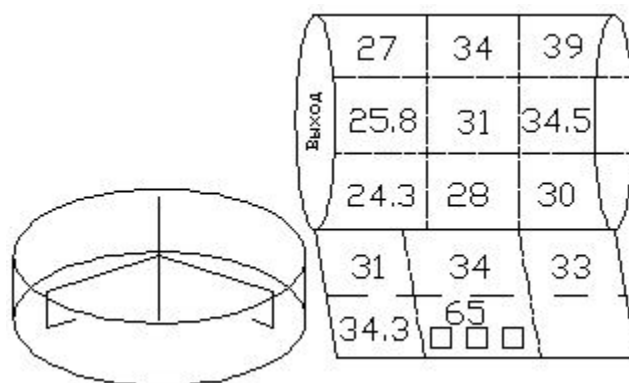


Рис. 1 – Температурное поле корпуса обжарочного аппарата

Аналогичные поля температур получены для всех энергоемких аппаратов цеха растворимого кофе, ленточной сушилки. Результаты обработки экспериментальных данных теплоэнергетического аудита приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты расчета тепловых потерь аппаратов

аппараты	F, м ²	α ₀ , Вт/м ² *К	t _{ка} , °C	t _{вс} , °C	Q _{пот} , кВт
РС Ниро-Атомайзер	168	11,35	55	32	44
ВВУ	15,5	11,77	59	30	5,3
Кожухотрубный теплообменник	3,1	12,4	68	30	1,5
Емкость для конденсата	7,3	12,4	68	30	3,4
Другие емкости	13,5	11,42	54	30	3,7
Другие емкости	13,5	11,35	53	30	3,5
Емкость для упаренного экстракта	16,2	10,93	47	30	3
2хСПК – 4Г- 90	2x152	10,51	43	29	23(2x=4 6)
ОА Пробат	26	10,72	35	19	4,5
Итого					115

Видно (табл.1), что даже уровень средних температур наружных поверхностей некоторых аппаратов существенно превышает нормативные показатели, что приводит к серьезным потерям теплоты. Данные аудита позволяют оценить экономическую эффективность монтажа тепловой изоляции на отдельных элементах аппаратов.

Результаты теплоэнергетического аудита ограждений цеха. Методика оценки тепловых потерь через ограждения цеха аналогична, приведенной выше. Для расчета технико-экономической эффективности тепловой изоляции поверхности ограждений дополнительно определялись

термическое сопротивление стены R₁

$$R_1 = F \cdot (t_{вс} - t_{нс}) / Q_{пот} \quad (3)$$

где F-площадь поверхности стен (м²); t_{вс} – температура внутренней стены, °C; t_{нс} – температура наружной стены, °C; нормативные значения термического сопротивления ограждающих конструкций (стены: без утеплителя; с толщиной 0.05 м; 0.1 м; 0.15 м), м² К/Вт

$$R_0 = (\delta_{из} / \lambda_{из}) + R_1 \quad (4)$$

Потери теплоты в окружающую среду через поверхность с утеплителем (без утеплителя; с толщиной 0.05 м; 0.1 м; 0.15 м), Вт

$$Q_{пот}^i = \Delta t \cdot F / R_0^i \quad (5)$$

Выполнены расчеты эффективности тепловой изоляции. В качестве утеплителя выбран экструдированный пенополистирол, плотность которого 35 кг/м³, а теплопроводность λ – 0,04 (Вт/МК).

Рассчитывается снижение потерь теплоты, Вт

$$\Delta Q_{пот} = Q_{пот}^x - Q_{пот}^y \quad (6)$$

и экономия тепловой энергии за год, грн.

$$\Xi = \Delta Q_{пот} \cdot \tau \cdot n \quad (7)$$

τ – продолжительность отопительного сезона, с; n – стоимость 1 ГДж тепловой энергии, грн.

Определяются капитальные затраты на приобретение изоляции, грн

$$K = \delta_{из} \cdot F \cdot z_{из} \quad (8)$$

где $z_{из}$ – стоимость 1 м³ тепловой изоляции (115 грн. за 1 м³)

и сроки окупаемости, лет

$$T = K/\dot{Q} \quad (9)$$

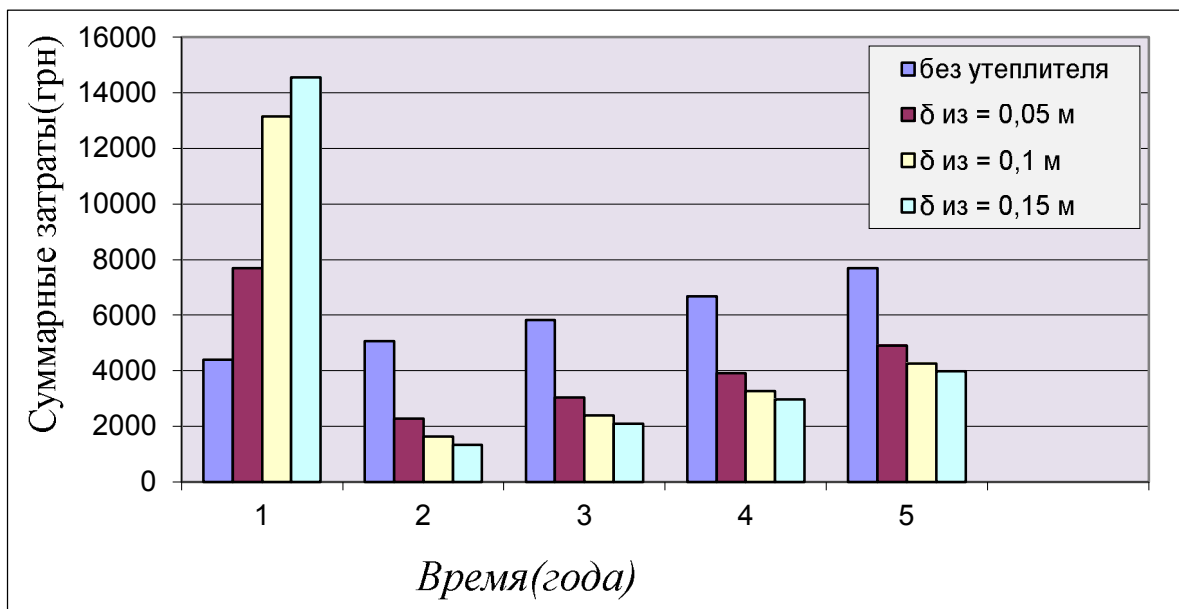


Рис. 2 – Влияние толщины слоя утеплителя на суммарные затраты по годам

Таблица 2 – Результаты расчета технико-экономических показателей

№	$\delta_{из}, м$	$F, м^2$	$\Delta t, C^\circ$	$R_0, м^2 К/Вт$	$Q^1_{пот}, Вт$	$\Delta Q^1_{пот}, Вт$	$\dot{Q}, грн$	$K, грн$	$T, лет$
1	0	106	18	0.75	2544	0	0	0	0
2	0,05	106	18	2	954	1590	2792,0	6095	2,18
3	0,1	106	18	3,25	587	1957	3436	12190	3.54
4	0,15	106	18	4,5	424	2120	3723	18285	4.91

где $\delta_{из}$, (м) – толщина утеплителя; F , (м²) – площадь поверхности стен; Δt , (C°) – разница температур внутри помещения и наружного воздуха; R_0 , (м² К/Вт) – нормативное значение термического сопротивления ограждающих конструкций; $Q^1_{пот}$ (Вт) – потери теплоты в окружающую среду через поверхность с утеплителем; $\Delta Q^1_{пот}$ (Вт) – снижение потерь теплоты после установки утеплителя.

Методами энергетического менеджмента [1] выполнен анализ эффективности использования различных вариантов утепления ограждений цеха (рис.2). В расчетах предусмотрено ежегодное повышение стоимости тепловой энергии на 15%.

Литература

1. Бурдо О.Г. Энергетический мониторинг пищевых производств – Одесса: Полиграф, 2008 – 244с.