

сушки является результатом сокращения количества влаги, а значит и количества выделяемого тепла в единице времени под воздействием поля Т.В.Ч. Продолжительность пассивного периода импульса растет за счет уменьшения теплопроводности высушиваемого продукта [7].

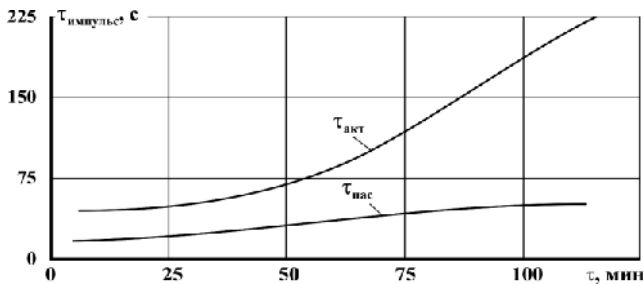


Рис. 3. Зависимость изменения активного ($\tau_{акт}$) и пассивного ($\tau_{пасс}$) продолжительностей периодов импульса подвода Т.В.Ч. энергии при сушке ядер миндаля в импульсном режиме

Использование энергии Т.В.Ч. в импульсном режиме позволило уменьшить общее время термической обработки ядер миндаля в 0,73 раза или на 61 мин. (суммарное время всех периодов отключения поля в течении процесса сушки).

На рис. 4. отражены кривые скорости сушки ядер миндаля с использованием Т.В.Ч. в импульсном (кривые 1 и 2) и непрерывном (кривая 3) режимах.

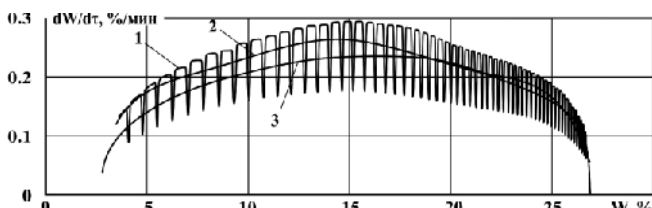


Рис. 4. Кривые скорости сушки ядер миндаля: 1 – импульсный подвод энергии Т.В.Ч.; 2 – регрессия функции 1; 3 – непрерывный подвод энергии Т.В.Ч.

Из рисунка видно, что кривая скорости сушки при импульсном режиме (кривая 1), в основном имеет ту же форму что и кривая скорости сушки при непрерывном

подводе энергии (кривая 3), но ей присущ осциллирующий характер. Экстремальные максимумы осцилляторов (импульса) соответствуют активному периоду, а экстремумы минимума – пассивному периоду. Таким образом, максимальная скорость сушки в активных периодах составила 0,219 %/мин. а в пассивных периодах 0,176 %/мин. По отношению к максимальной скорости сушки при непрерывном режиме наблюдается увеличение на 24 % в активном периоде и уменьшение на 25 % в пассивном периоде.

Сравнительный анализ расхода удельной энергии в процессе сушки ядер миндаля в поле Т.В.Ч. в импульсном режиме по сравнению с непрерывным показал уменьшение от 0,76 кВт/кг до 0,51 кВт/кг, что составляет 21,8 %.

Такое снижение затрат энергии связано с уменьшением продолжительности процесса сушки при той же напряженности электромагнитного поля, с тем, что обезвоживание происходит и в периодах релаксации за счет накопленной энергии, с более эффективным использованием инерционных эффектов и с использованием более высоких значений градиента температур. В то же время снижение расхода энергии происходит и за счет частичного удаления влаги с поверхности продукта в жидком состоянии под действием кинетической энергии воздушного потока.

Выводы. Исследование процесса сушки ядер миндаля подтвердило целесообразность применения внутреннего источника тепла, а именно энергии Т.В.Ч. в импульсном режиме. Это позволило уменьшить продолжительность теплового воздействия на продукт по отношению к непрерывному подводу энергии до 61 мин. (в 0,73 раза). Сокращение продолжительности термического воздействия на продукт дало возможность уменьшить удельный расход энергии почти на 21 %.

Импульсный подвод Т.В.Ч. энергии в процессе сушки позволил при той же напряженности поля уменьшить среднюю температуру продукта на 5 %, что повлияло положительно на сохранность ценных пищевых элементов содержащихся в миндале.

Поступила 02.2011

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Programul Național Pentru Dezvoltarea Culturilor Nucifere Pină in anul 2020. Hotărâre de Guvern nr. 8 din 03.01.06, Monitorul Oficial nr.005 din 13.01.06;
2. Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968. - 470 с.
3. Малежик И.Ф., Гарлев В.П., Лулашко А.С. Конвективно- высокочастотная сушка косточковых фруктов. Кишинев: UTM, 2005. - 460 с.;
4. Bemis M. Theoretical and experimental suppositions regarding the drying process of oily products when using impulse heating source. / Buletinul Institutului politehnic din Iasi, Tomul LVI (LX) Fasc. 4B, Ed: Politehnica, Iai 2010, p.341-346.
5. Hughes M.K., Yanamala S., San Francisco M., Loneragan G.H., Miller M.F., Brashears, M.M. Reduction of Multidrug-Resistant and Drug-Susceptible Salmonella in Ground Beef and Freshly Harvested Beef Briskets after Exposure to Commonly Used Industry Antimicrobial Interventions. // Journal of Food Protection, Vol. 73, Num. 7, 2010, pp. 1231-1237(7)
6. Hussain, A.; Li, Z.; Ramanah, D. R.; Niamnuay, C.; Raghavan, G. S. V. Microwave drying of ginger by online aroma monitoring. / Drying technology, Vol. 28 Issue 1, 2010, p.42-48.
7. Гинзбург А. С., Савина И. М. Массовлагодобменные характеристики пищевых продуктов. Справочник. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 280с.

УДК 504.7:[664.65.05.041:66.012.3]

ШЕВЧЕНКО Р.И., канд. тех. наук, доцент, ИВАНОВА Е.М., магистр,
КРЕСТИНКОВ И.С., д-р биол. наук, профессор

Одесская национальная академия пищевых технологий

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ЭКОЛОГО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ПЕЧЕЙ

Обоснована методика эколого-энергетического анализа хлебопекарных печей как одиночного энергетического оборудования на основе материально-энергетического баланса. Расчитан показатель полной эквивалентной эмиссии парниковых газов для анализируемых печей.

Ключевые слова: полная эквивалентная эмиссия парниковых газов, материально-энергетический баланс, хлебопекарные печи.

The technique of the ekologo-power analysis of baking furnaces as single power equipment on the basis of is material-power balance is proved. Calculation of an indicator of full equivalent issue of hotbed gases for analyzed furnaces is carried out.

Keywords: full equivalent issue of hotbed gases, is material-power balance, baking furnaces.

Одной из важнейших мировых экологических проблем является проблема энергосбережения. Именно в результате обеспечения производства энергией осуществляется основное воздействие на окружающую среду. При этом оказывается существенное влияние на климат. Предприятия пищевой промышленности являются крупными потребителями топливно-энергетических ресурсов. Поэтому проблема экономии тепловой и электрической энергии в пищевой промышленности стоит очень остро. Наиболее энергоемкими являются производства: спиртовое, хлебопекарное, сахарное, масложировое, овощесушильное и др. По данным [1], хлебопекарное производство входит в число наибольших эмитентов парниковых газов среди других пищевых производств. Связано это преимущественно с энергообеспечением основного технологического процесса – выпечки.

В данной работе объектами исследования являются хлебопекарные печи. Хлебопекарные печи исследуются с точки зрения определения научно обоснованных норм эмиссии парниковых газов на полном жизненном цикле хлебопекарного оборудования и путей энергосбережения.

Как показывает анализ литературных источников, на сегодняшний день хлебопекарной промышленностью используется больше печей небольшой мощности, но большая часть изделий выпекается в печах большой и средней мощности.

Таким образом, целесообразно проанализировать печи средней мощности. Для наиболее полного освещения вопроса рассмотрим печи одного производителя приблизительно одинаковой производительности. Также, для вывода об эколого-энергетической эффективности энергоносителя, подберем печи, которые для обогрева используют природный газ и электроэнергию.

Приведенным выше требованиям отвечает продукция Шебекинского машиностроительного завода (г. Шебекино, Россия). Рассмотрим выбранные печи подробнее.

Печи Г4-ХПФ-21М предназначенные для выпечки широкого ассортимента хлеба и хлебобулочных изделий из ржаной и пшеничной муки. Печи блочно-каркасные, цельно-металлические с пекарной камерой тупикового типа, внутри которой находится цепной конвейер с люльками и съемными подиками. Печи Г4-ХПФ-21М предназначены для выпечки хлебобулочных изделий, которые нуждаются в улучшении гигротермичности обработки. На этих печах зона пароувлажнения выполнена в виде «парового мешка» при подъеме конвейера на третьем валу.

Печи Г4-ХПН-25 универсальные туннельные печи для непрерывной выпечки всех видов хлеба и хлебобулочных изделий с температурой выпечки до 320 °С и временем выпечки от 10 до 60 минут. Обшивка печей выполнена из нержавеющей шлифованной стали. Греющие каналы-радиаторы имеют уменьшенную в сравнении с другими печами высоту, которая позволяет увеличить скорость газов и интенсифицировать процесс теплопередачи, уменьшить затраты топлива на выпечку, увеличить КПД печи. В печи установлен мощный вентилятор циркуляции газов, оборудованный преобразователем частоты, кото-

рая позволяет в момент запуска и работы на холодном воздухе проходить большие нагрузки на малых оборотах. Обороты двигателя автоматически увеличиваются при достижении греющими газами определенной температуры. Это позволяет использовать меньше электроэнергии на разогрев печи. Каждый корпус пекарной камеры оснащен отдельной системой вытяжки паров упека, что позволяет установить в зоне выпечки оптимальную влажность и уменьшить сквозняки, которые имеют место в туннельных печах при выпечке.

Печи А2-ХПЯ-25 имеют строение, подобное печам Г4-ХПН-25. Обогрев осуществляется электронагревателями ТЭН280-Ж-2,5/220.

Все печи отличаются повышенной заводской готовностью, простотой в наладивании и управлении, высокой производительностью, экономностью, низкой тепловой инертностью, которая делает возможным работы в две смены. Предусмотрено регулирование температуры по зонам выпечки.

Характеристика основных параметров печей приведена в табл. 1.

Таблица 1
Техническая характеристика печей

Основные параметры	Г4-ХПФ-21М	Г4-ХПН-25	А2-ХПЯ-25
Тип печи	тупиковая	туннельная	туннельная
Площадь пода, м ²	23	25	25
Количество люлек, шт	35	-	-
Производительность, кг/ч			
- нарезной батон 0,4 кг	440	650	642
- формовой хлеб 0,8кг	720	-	-
- подовый хлеб 0,8 кг	-	340	520
Затраты топлива:			
- газ природный, м ³ /ч	17,9	16,9	-
Мощность, кВт:			
-электронагревателей	-	-	240
-электродвигателей	8	7,5	1,5
Габаритные размеры, мм:			
- длина	8230	14795	15200
- ширина	3400	3500	3052
- высота	3560	2915	1420
Масса без утеплителя, кг	10500	13500	13900
Стоимость печи*, тыс. грн	710	1290	579

*Стоимость взята как средняя с прайс-листов фирм-посредников

Оценку экологичности хлебопекарных печей осуществляли путем расчета и анализа полной эквивалентной эмиссии парниковых газов (ПЭЭПГ). Комплексный критерий оценки воздействия промышленного производства на окружающую среду и климат, основан на эколого-энергетическом анализе производства с учетом жизненного цикла продукции и выражается в эквивалентных единицах CO₂ на единицу производимой продукции. Критерий позволяет обеспечить эффективное управление производством с целью повышения его экономических и экологических показателей.

Методика эколого-энергетического анализа [2, 3] позволяет учитывать следующие факторы:

- эквивалентность всех видов энергоносителей (газ, электроэнергия, твердое топливо, вода и т.п.);
- оценка затрат энергии за весь срок службы установленного на предприятии оборудования;
- учет энергоемкости сырья, конструкционных, строительных материалов и т.п.;

– оценка эквивалентной эмиссии ПГ от всех видов энергоносителей за весь срок жизни установленного оборудования с учетом затрат на конструкционные и строительные материалы, необходимые для строительства цехов и помещений, создания систем пожаротушения и т.п.;

– широкое внедрение в практику анализа эффективности использования энергетических ресурсов удельных и приведенных эколого-энергетических индикаторов;

– разработка квот на эмиссию ПГ для оценки эколого-энергетической эффективности производства любого вида выпускаемой продукции.

Порядок проведения эколого-энергетического анализа хлебопекарных печей следующий:

– анализ работы печи, в том числе вспомогательных служб и производств, с качественно-количественным учетом всех материально-энергетических потоков;

– учет особенностей влияния оборудования на окружающую среду;

– сбор и систематизация данных о структуре затрат непосредственно на производство продукции, а также на обеспечение производства;

– расчет ПЭЭПГ и анализ ее составных;

– выводы и рекомендации из проведенного анализа.

Расчет ПЭЭПГ проводится на основании доступной информации, в том числе и о стоимости конструкционных материалов, комплектующих изделий, строительных затрат, затрат на обслуживание и утилизацию.

Результаты анализа позволяют:

– разработать рекомендации, которые оказывают содействие экономии энергетических ресурсов и снижению антропогенной нагрузки предприятия на окружающую среду;

– разработать научно обоснованные нормы выброса парниковых газов (что эквивалентно энергетическим затратам на единицу продукции), что позволит оказывать содействие вытеснению из рынка техники и технологий, которые нерационально используют не только энергоносители, но и сырье, материалы, человеческий труд (при применении предложенного показателя при проектировании новых и реконструкции действующих предприятий) [19-22].

Важная часть эколого-энергетического анализа – это анализ работы хлебопекарных печей, который осуществляется на основании материально-энергетических балансов. В наиболее общем виде балансовая модель печи будет выглядеть следующим образом:

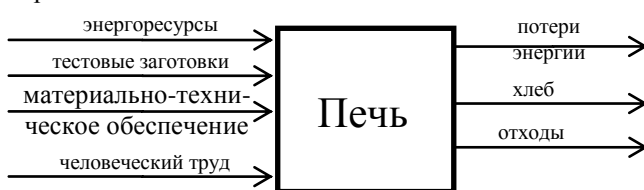


Рис. 1. Общая балансовая модель работы печи

С целью дальнейшей детализации модели целесообразно использовать хорошо разработанный метод тепловых балансов рабочей камеры и топки [4]. Урав-

нение теплового баланса рабочей (пекарной) камеры имеет вид:

$$Q_{n.k} = q_1^{n.k} + q_2^{n.k} + q_3^{n.k} + q_4^{n.k} + q_5^{n.k} + q_6^{n.k} + q_7^{n.k} + q_8^{n.k}, (1)$$

где $Q_{n.k}$ — количество тепла, переданное в рабочую камеру на 1 кг горячей продукции, кДж/кг; $q_1^{n.k}$ — теоретический расход тепла на выпечку, отнесенный к 1 кг горячей продукции, кДж/кг; $q_2^{n.k}$ — расход тепла на испарение воды и перегрев пара, подаваемых в рабочую камеру для гигротермической обработки тестовых заготовок, кДж/кг; $q_3^{n.k}$ — расход тепла на нагрев вентиляционного воздуха, поступающего в рабочую камеру, кДж/кг; $q_4^{n.k}$ — расход тепла на нагрев транспортных приспособлений (цепей, люлек, форм, трафаретов, конвейерных лент и пр.), кДж/кг; $q_5^{n.k}$ — расход тепла вследствие теплоотдачи наружными поверхностями ограждений рабочей камеры в окружающую среду, кДж/кг; $q_6^{n.k}$ — расход тепла через фундамент рабочей камеры, кДж/кг; $q_7^{n.k}$ — расход тепла излучением через посадочное и разгрузочное окна камеры, кДж/кг; $q_8^{n.k}$ — расход тепла на прогрев ограждений печи периодического действия, кДж/кг.

Уравнение теплового баланса топки печи, составленное на 1 кг твердого или жидкого топлива или на 1 м³ газообразного топлива, имеет вид:

$$Q_p^p = Q_n^p + Q_b + Q_t + Q_\phi = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5, (2)$$

где Q_p^p , Q_n^p — соответственно расчетная и низшая теплота сгорания рабочей массы топлива, кДж/кг; Q_b — тепло, внесенное в топку с воздухом при подогреве его вне печи, кДж/кг; Q_t — физическое тепло топлива, кДж/кг; Q_ϕ — тепло поступающее в топку при паровом распылении топлива, с так называемым форсуночным паром, кДж/кг; Q_1 — тепло газов из топки без учета тепла газов, уходящих из печи, кДж/кг; Q_2 — абсолютная величина потерь тепла с уходящими газами, кДж/кг; Q_3 — потери тепла от химической неполноты сгорания, кДж/кг; Q_4 — потери тепла от механической неполноты сгорания, кДж/кг; Q_5 — потери тепла топкой в окружающую среду, кДж/кг.

Таким образом, более детальный материально-энергетический баланс печи будет иметь следующий вид:

Результаты расчета материально-энергетического баланса представлены в сводной таблице

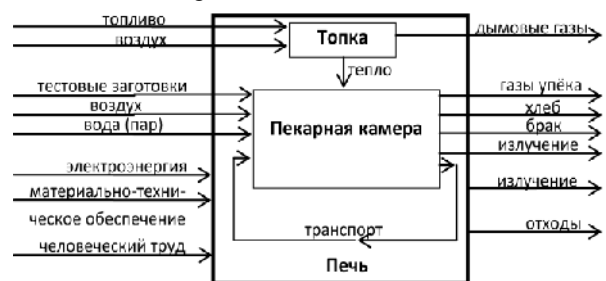


Рис. 2. Уточненная балансовая модель работы печи

(табл. 2).

После составления материально-энергетических балансов можно приступить к расчету оставшихся составляющих ПЭЭПГ в соответствии с общей формулой:

$$ПЭЭПГ = M + E_{ч.т.} + E_p + E_{об} + E_{рем} + E_{ум.об} (3)$$

Таблица 2
Материально-энергетический баланс выпечки хлеба
(на 1 кг хлеба)

№ п/п	Поток	Вход		Процесс	Выход			
		к-во	энергия, кДж	энергия, кДж	ЭЭПГ, кг CO ₂	пар, кг	хлеб, кг	энергия, кДж
Печь Г4-ХПФ-21М								
1	Эл.энергия, кВт (двигатели)	0,013	47,14	47,14	0,006	-	-	1,41
2	Газ природный, м ³	0,034	1,025	1296,56	0,065	0,05	-	233,90
	Воздух, м ³	0,341	8,79	-				
3	Тесто, кг	1,076	109,71	-450,04	-	-	1,0	360,00
4	Воздух, м ³	0,288	7,49	-67,93	-	-	-	75,48
5	Вода, кг	0,1	5,03	-282,35	-	0,10	-	265,26
6	Излучение поверхности	-	-	-80	-	-	-	80,00
7	Излучение ч-з отверстия	-	-	-30	-	-	-	30,00
8	Транспорт, кг	1,276	11,79	-106,07	-	-	-	117,86
Итого:		-	143,83	327,3	0,074	0,22	1,0	1 353
Печь Г4-ХПН-25								
1	Эл.энергия, кВт (двигатели)	0,021	76,69	76,69	0,010	-	-	2,30
2	Газ природный, м ³	0,033	1,033	1306,64	0,065	0,050	-	235,8
	Воздух, м ³	0,341	8,86	-				
3	Тесто, кг	1,089	111,14	-485,89	-	-	1	360,00
4	Воздух, м ³	0,325	8,445	-76,591	-	-	-	85,10
5	Вода, кг	0,1	5,028	-282,35	-	0,100	-	265,26
6	Излучение поверхности	-	-	-120	-	-	-	120,00
7	Излучение ч-з отверстия	-	-	-50	-	-	-	50,00
8	Транспорт, кг	1,314	12,15	-109,34	-	-	-	121,49
Итого:		-	146,66	182,5	0,078	0,235	1,00	1 464
Печь А2-ХПЯ-25								
1	Эл.энергия, кВт двигатели выпечка	0,005	16,705	16,705	0,002	-	-	0,50
		0,316	1138,96	1138,96	0,142	-	-	0,00
2	Тесто, кг	1,090	111,14	-485,89	-	-	1	360,00
3	Воздух, м ³	0,323	8,445	-76,59	-	-	-	85,10
4	Вода, кг	0,1	5,028	-282,35	-	0,10	-	265,26
5	Излучение поверхности	-	-	-100	-	-	-	100,00
6	Излучение ч-з отверстия	-	-	-50	-	-	-	50,00
7	Транспорт, кг	1,315	12,149	-109,34	-	-	-	121,49
Итого:		-	136,77	51,5	0,147	0,18	1,00	1208

где M - прямая эквивалентная эмиссия ПГ, кг/на 1 кг хлеба (с учетом неоплаченных отходов); $E_{ч.м.}$, E_p , $E_{об.}$, $E_{рем.}$, $E_{ут.об.}$ - соответственно эмиссии ПГ, эквивалентные человеческому труду; ресурсам (материалам и энергоносителям), использованным оборудованием; оборудованию, капитальным сооружениям и т.д.; затратам на обслуживание оборудования, капитальных сооружений и т.д.; утилизации оборудования, капитальных сооружений и т.д., кг CO₂/кг хлеба.

Формула 3.13 в более подробном виде будет иметь следующий вид:

$$PEЭПГ = M + E_{ч.м.} + \frac{\bar{\beta}}{c_{эк} \cdot G} \left(\sum_k (c_k^{об} / N_k) + \sum_k (c_k^p \cdot n_k^p / N_k) + \sum_k (c_k^{ум.об} / N_k) \right) \quad (4)$$

где M - масса ПГ, которые выделяются в производственном процессе при создании единицы продукции, кг/1 кг хлеба;

$$M = \sum_j m_j \cdot GWP_j, \quad (5)$$

где m_j - масса j-го ПГ, выделяющегося в производственном процессе при создании единицы продукции, кг/1 кг хлеба;

GWP_j - потенциал глобального потепления j-го ПГ, кг CO₂/кг газа;

$E_{ч.м.}$ - эмиссия ПГ, эквивалентная человеческому труду при производстве продукции, кг CO₂/кг хлеба. Учитывая, что оплата труда может быть определена как эквивалент энергии:

$$E_{ч.м.} = e'_{ч.м.} \cdot \bar{\beta} \quad (6)$$

где $e'_{ч.м.}$ - энергетический эквивалент человеческого труда, кВт·час/кг хлеба;

$$e'_{ч.м.} = \frac{\Phi_3}{T} \quad (7)$$

где Φ_3 - фонд заработной платы, грн/кг хлеба. Расчет ведется на основании штатного состава рабочих, обслуживающих печь, и средней по отрасли заработной платы:

$$\Phi_3 = \frac{n_{ч.м.} \cdot ЗП}{\tau \cdot g} \quad (8)$$

где $n_{ч.м.}$ - затраты человеческого труда, чел.·час/сутки. В расчетах принимали механическую загрузку тестовых заготовок и ручную укладку хлеба;

$ЗП$ - средняя по отрасли заработная плата, грн;
 τ - время работы печи, час/сутки;
 g - производительность печи, кг/час;
 T - средний тариф используемых государством энергоресурсов, грн/кВт·час;

$$\bar{T} = \frac{\sum C_i}{\sum E_i} \quad (9)$$

где C_i - стоимость i-го ресурса, грн;
 E_i - количество i-го ресурса, кВт·час /год;
 $\bar{\beta}$ - среднее значение эмиссии CO₂ при производстве 1 кВт·ч электроэнергии, обусловленное структурой производства электроэнергии (часть тепловых, атомных, гидро- и др. видов электростанций в общем производстве электроэнергии), кг CO₂/кВт·ч. Для Украины $\bar{\beta} = 0,53$ кг CO₂/кВт·ч;

$c_{эк}$ - эквивалентная стоимость энергетических ресурсов, потребляемых оборудованием, грн/кВт·ч;

$$c_{эк} = \frac{\sum C_n}{\sum E_n} \quad (10)$$

где C_n - стоимость n-го вида ресурса, потребленного оборудованием, грн;

E_n - количество n-го вида ресурса, потребленного оборудованием, грн;

G - производительность печи, кг/год;

$c_k^{об}$ - стоимость k-го вида оборудования, капитального сооружения и т.д., грн. Рассчитывается как стоимость основных фондов. Для анализируемых пе-

Итоговая таблица показателей ПЭЭПГ

Показатель	Печь		
	Г4-ХПФ-21М	Г4-ХПН-25	А2-ХПЯ-25
ПЭЭПГ, кг CO ₂ /кг хлеба	0,20	0,23	0,30
β кг CO ₂ /кВт·ч	0,53	0,53	0,53
$C_{эк}$, грн./кВт·ч	0,2473	0,2535	0,5
M, кг CO ₂ /кг хлеба	0,0673	0,0683	0,0029
$E_{ч.т.}$, кг CO ₂ /кг хлеба	0,1631	0,1839	0,1839
$E_{р.}$, кг CO ₂ /кг хлеба	0,0077	0,0121	0,1685
$E_{об.}$, кг CO ₂ /кг хлеба	0,01769	0,02901	0,00962
$E_{рем.}$, кг CO ₂ /кг хлеба	0,00884	0,01451	0,00481
$E_{ут.об.}$, кг CO ₂ /кг хлеба	-0,00010	-0,00005	-0,00013



Рис. 1. Структура ПЭЭПГ печи Г4-ХПФ-21М

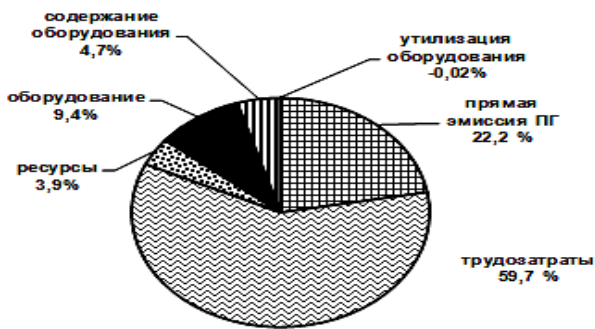


Рис. 2. Структура ПЭЭПГ печи Г4-ХПН-25

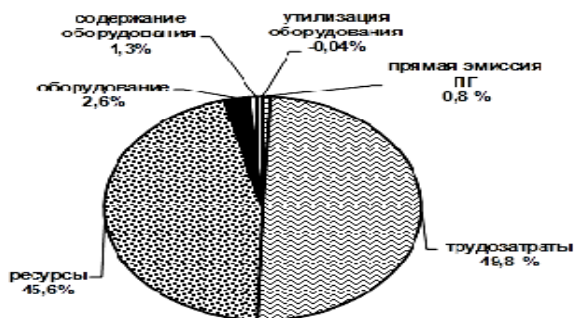


Рис. 3. Структура ПЭЭПГ печи А2-ХПЯ-25

чей она будет равняться сумме стоимости печи в полном комплекте и части помещения цеха, которую занимает печь;

N_k – нормативный срок эксплуатации k -го вида оборудования, капитального сооружения и т.д., лет;

c_k^p – стоимость ремонта k -го вида оборудования, капитального сооружения и т.д., грн.;

n_k^p – среднее количество ремонтов k -го вида оборудования в год;

$c_k^{ут.об}$ – стоимость утилизации k -го вида оборудования, капитального сооружения и т.п., грн. Определяется как затраты на демонтаж, транспортировку и утилизацию с возможным рециклингом.

Результаты расчетов отдельных составляющих сведены в табл. 3

Структура вкладов различных составляющих в ПЭЭПГ представлена на рис. 1-3.

Анализируя полученные данные, можно сделать следующие выводы:

- существенный вклад (50-60 %) в эквивалентную эмиссию парниковых газов при работе хлебопекарных печей осуществляет человеческий труд. Прямая эмиссия для печей, использующих в качестве топлива природный газ, составляет лишь половину этой величины;

- с точки зрения эквивалентной эмиссии парниковых газов в расчете на единицу количества выпускаемой продукции, преимущество имеют хлебопекарные печи тупикового типа (при выпечке формового хлеба). Связано это, прежде всего, с их относительно низкой стоимостью, меньшей занимаемой площадью и большей эффективностью использования топлива и рабочего пространства;

- хлебопекарные печи с электрическим обогревом наименее эффективны по сравнению с газовыми печами (эквивалентная эмиссия выше практически в 1,5 раза) и могут быть рекомендованы для использования только в случае невозможности применения газовых печей по санитарным нормам.

Поступила 02.2011

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Национальный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов в Украине за 1990-2008 гг. // Березницкая М.В., Бутрим О.В., Панченко Г.Г., Пироженко Ю.В., Скибик С.Я. – 325 с. (<http://climategroup.org.ua>)
2. Железный В.П., Быковец Н.П., Хлиева О.Я., Степанова В.П., Суходольская А.Б. Методика расчета полной эквивалентной эмиссии парниковых газов в промышленности // Экологические технологии и ресурсосбережение. – 2004. - №6. – С. 34-43.
3. Геллер В.З., Шевченко Р.И., Быковец Н.П. Экологический анализ работы хлебопекарной печи ППЦ-1250 // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса, 2006. - В. 29, т. 2. С. 158-161.
4. Володарський А.В. и др. Промышленные печи пищевых производств / А.В. Володарський, М.Н. Сигал, И.М. Ничиков, – К.: Техніка, 1986. – 136 с.