

**АНАЛИЗ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ  
И ОЦЕНКА ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА  
ОАО «ПАНТЕЛЕЙМОНОВСКИЙ ОГНЕУПОРНЫЙ ЗАВОД»**

*А.Л. Каневский, А.Л. Скоромный, Д.Н. Гук, А.А. Слисаренко  
Украинский государственный научно-технический центр «Энергосталь»,  
г. Харьков*

*Выполнен анализ потребления ТЭР на ОАО «Пантелеймоновский огнеупорный завод». Произведены расчеты выбросов парниковых газов. Предложены энергосберегающие мероприятия, позволяющие сократить расход топлива на 7 %.*

На сегодняшний день в Украине топливная составляющая цены выпускаемых огнеупорных изделий достаточно высока, поэтому разработка и реализация энергосберегающих мероприятий являются важной научной и практической задачей.

В работе [1] отмечено, что повышение степени утилизации и использования вторичных энергоресурсов (ВЭР) на предприятиях ГМК Украины позволяет существенно (до 20 %) снизить энергоемкость продукции. Значительную выгоду предприятия могут получить и при реализации проектов совместного осуществления в рамках реализации механизмов Киотского протокола [2]. Поэтому при анализе потребления энергоресурсов и эмиссии парниковых газов, а также при разработке мероприятий по энергосбережению на ОАО «Пантелеймоновский огнеупорный завод» (с целью повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции) на эти аспекты обратили особое внимание.

ОАО «Пантелеймоновский огнеупорный завод» работает на привозном сырье и производит широкий ассортимент магнезиальных огнеупоров: хромитовые, форстеритовые, периклазовые формованные изделия и неформованные огнеупоры (смеси, массы, мертели). На заводе – два технологически идентичных цеха. На данный момент большая часть оборудования цеха № 1 выведена из эксплуатации. Основными технологическими процессами при производстве огнеупоров являются дробление, рассев, сушка сырья (по мере необходимости), смешение компонентов, формовка (прессование) изделий, их сушка и обжиг.

Основное топливопотребляющее оборудование, применяемое на заводе: туннельные печи, подтопки сушил, сушильные барабаны, котельная.

В результате обследования и изучения топливопотребляющего оборудования установлено, что основными потребителями газа являются цеха № 1 и № 2 (84 % суммарного потребления) и котельная (15 %). В цехах № 1 и № 2 основные потребители газа – туннельные печи (85 %), сушила и сушильные барабаны. Средний удельный расход топлива составляет 158,9 кг у.т./т готовой продукции. Суммарный расход топлива – 14750 т у.т./год.

Существующее на ОАО «Пантелеймоновский огнеупорный завод» топливопотребляющее оборудование было построено в 50–60-х годах XXв. Оно обладает рядом конструктивных и технологических недостатков, с которыми связаны потери теплоты и повышенный расход энергоносителей.

Температура отходящих газов, используемых на заводе тепловых агрегатов, составляет: для туннельной печи  $t_{y,r} = 180 - 200$  °С, для подтопок туннельных сушил –  $t_{y,r} = 80 - 100$  °С, для сушильных барабанов –  $t_{y,r} < 90$  °С. В настоящее время тепло уходящих газов не используется.

На обследованном оборудовании большие подсосы холодного воздуха – в основном на газоходах и воздуховодах горячего воздуха к печи и туннельным сушилам. Снижение температуры отходящих газов от подтопок и температуры горячего воздуха от печи за счет подсосов холодного воздуха составляет более 100 °С.

Из опыта использования теплоты дымовых газов известно, что при температуре газов меньше 150 °С устанавливать теплоутилизационное оборудование экономически нецелесообразно. В качестве объекта для возможного использования ВЭР целесообразно взять туннельные печи цеха № 2. Потребление топлива данными агрегатами составляет около 85% общего расхода газа, а температура отходящих газов  $t_{y.g.} = 180\text{--}200$  °С. При снижении подсосов холодного воздуха по трактам температура уходящих газов и горячего воздуха может быть повышена на 100 °С.

Температура наружной поверхности огнеупорной футеровки туннельной печи составляет 50–60 °С, что превышает допустимые санитарные нормы (45 °С). В результате завываются наружные тепловые потери.

Следует отметить, что туннельные печи, подтопки и сушильные барабаны не оборудованы системами автоматического регулирования степени сгорания топлива, в результате чего имеет место химический недожог топлива в этих агрегатах. Внедрение такой системы позволяет добиться снижения общего потребления топлива на ~5 %. Важно отметить и тот факт, что экономия природного газа за счет внедрения автоматизированной системы контроля и регулирования степени сгорания в значительной мере зависит от времени работы печи и расхода природного газа.

В силу того, что нанесение тепловой изоляции на поверхность оборудования незначительно скажется на общем потреблении топлива, в качестве основных энергосберегающих мероприятий с учетом имеющихся недостатков следует рассматривать использование теплоты дымовых газов и внедрение системы автоматизированного контроля степени сжигания топлива.

Оценочные расчеты экономии топлива проводили с учетом охлаждения уходящих газов в рекуператоре на 50 °С до температуры 130–150 °С.

Результаты расчетов экономии природного газа при реализации мероприятий по энергосбережению представлены в табл.1.

*Таблица 1 – Оценка экономии природного газа при реализации энергосберегающих мероприятий*

Объект внедрения мероприятий по энергосбережению	Расход газа до применения мероприятий, м <sup>3</sup> /год	Экономия топлива, м <sup>3</sup> /год
Туннельные печи цеха № 2, использование тепла уходящих газов	7 721 164	167 292
Туннельные печи цеха № 2, применение системы автоматизированного контроля и регулирования степени сгорания топлива	7 721 164	386 058
Суммарная экономия топлива, м <sup>3</sup> /год		553 350

Из анализа данных, представленных в табл. 1, следует, что реализация энергосберегающих мероприятий позволяет сократить расход

топлива на 553 тыс. м<sup>3</sup> природного газа в год, что составляет 7% от общего топливопотребления.

Частичное финансирование проектов, направленных на сокращение потребления энергоресурсов, а значит и на сокращение выбросов парниковых газов, может быть осуществлено в рамках реализации проектов совместного осуществления предусмотренных Рамочной конвенцией ООН об изменении климата. Следует отметить, что данная конвенция предусматривает:

- жесткий контроль за исполнением установленных международными соглашениями договоренностей с применением соответствующих санкций к их нарушителям;
- экономическое стимулирование образования излишков квот и их продажу на международном рынке.

Расчет объемов эмиссии парниковых газов на ОАО «Пантелеймоновский огнеупорный завод» в 1990, 2005 гг. проводился по методике [3] с учётом особенностей производственного процесса (табл. 2, 3).

Таблица 2 – Выбросы парниковых газов (1990 г.)

	Расход газа, тыс. м <sup>3</sup>	Расход газа, т у.т.	Эмиссия CO <sub>2</sub> , т	Эмиссия N <sub>2</sub> O		Всего в эквиваленте CO <sub>2</sub> , т
				в натур. единицах, кг	в эквиваленте CO <sub>2</sub> , т	
Производство огнеупоров	46 780	53 797,0	94 154,97	157,6	48,98	94 203,95
Производство тепловой энергии	5147	5 919,0	10 355,67	20,8	5,39	10 361,06
Всего по заводу	51 927	59 716,0	104 510,64	178,4	54,37	104 567,01

Таблица 3 – Выбросы парниковых газов (2005 г.)

	Расход газа, тыс. м <sup>3</sup>	Расход газа, т у.т.	Эмиссия CO <sub>2</sub> , т	Эмиссия N <sub>2</sub> O		Всего в эквиваленте CO <sub>2</sub> , т
				в натур. единицах, кг	в эквиваленте CO <sub>2</sub> , т	
Сушка сырья	748,1	863,5	1 511,12	2,5	0,79	1 511,91
Сушка сырья ДППУ	424,3	490,8	858,90	1,4	0,45	859,35
Обжиг	11 514,3	13 329,6	23 326,80	39,1	12,13	23 338,93
Термообработка ПУ	56,8	65,6	114,80	0,2	0,06	114,86
Всего по цеху	12 743,5	14 749,6	25 811,78	43,16	13,42	25 825,20
Тепловая энергия, Гкал (газ, м <sup>3</sup> )	2 387,8	2 748,2	4 809,35	8,1	2,50	4 811,85
Тепловая энергия, Гкал (мазут, т)	152,0	206,7	469,21	3,6	1,13	470,34
РМЦ (кузница)	18,9	21,8	38,15	0,1	0,02	38,17
Отжиг ст. литья	1,8	2,1	3,68	0,01	0,002	3,682
Комбыт	6,0	6,9	12,08	0,02	0,006	12,086
Всего по заводу	15 158,1	17 735,3	31 144,25	55,0	17,08	31 161,33

Эмиссия метана на огнеупорных предприятиях незначительна, что дает право не учитывать его в расчетах с достаточной степенью точности.

Основные парниковые газы при производстве огнеупоров: диоксид углерода CO<sub>2</sub> (>90 %); закись азота N<sub>2</sub>O.

Для выполнения расчетов эмиссии углекислого газа, образующегося при сжигании топлива, использовались коэффициенты его выхода, ранее рассчитанные в УкрГНТЦ «Энергосталь», которые учитывают фактический состав топлива, использовавшегося на предприятиях ГМК [4].

В 1990 г. производство огнеупоров на ОАО «Пантелеймоновский огнеупорный завод» составляло 354,9 тыс. т/год, расход газа – 59,7 тыс. т у.т./год, а эмиссия парниковых газов – немногим более 104,6 тыс. т в эквиваленте CO<sub>2</sub>.

Из анализа данных, представленных в табл. 2, 3, следует, что в 2005г. производство огнеупоров на ОАО «Пантелеймоновский огнеупорный завод» уменьшилось до 93,0 тыс. т/год. Расход топлива также уменьшился до 17,7 тыс. т у.т./год. Эмиссия парниковых газов составила немногим более 31,1 тыс. т в эквиваленте CO<sub>2</sub>.

Основные источники эмиссии парниковых газов на предприятии – производство огнеупоров и тепловой энергии (около 99,8 % от суммарной величины), причем первое определяет почти 82,9 % эмиссии парниковых газов. Обжиг огнеупоров в туннельных печах обеспечивает до 75 % суммарной эмиссии.

В 2005 году по сравнению с 1990 годом общий объем выбросов парниковых газов в атмосферу уменьшился на 73,4 тыс. т в эквиваленте CO<sub>2</sub>, или на 70 %. Значительное снижение эмиссии парниковых газов объясняется существенным уменьшением объема производства, а также уменьшением расхода топлива при производстве огнеупорных изделий. На рис. 1 приведены данные по изменению производства огнеупоров, расходу топлива и эмиссии парниковых газов в 1990 и 2005 годах. Следует отметить, что при общем снижении выбросов парниковых газов при производстве огнеупоров удельная их эмиссия (на тонну произведенных огнеупорных изделий) возросла в 2005 г. по сравнению с 1990 г., что обусловлено увеличением удельного расхода топлива от 151,6 до 158,6 кг у.т./ т. Это объясняется неравномерным режимом работы оборудования и его износом.

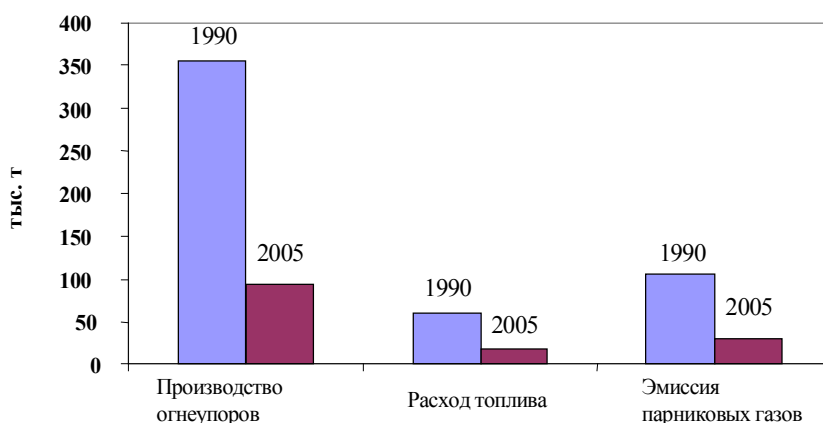
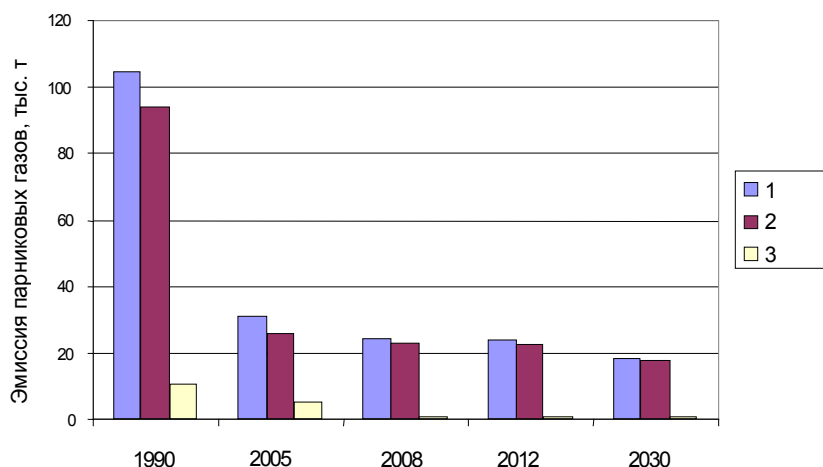


Рисунок 1 – Производство огнеупоров, расход топлива и эмиссия парниковых газов на ОАО «Пантелеймоновский огнеупорный завод»



*Рисунок 2 – Динамика эмиссии парниковых газов:  
1 – суммарная эмиссия; 2 – эмиссия при производстве огнеупоров;  
3 – эмиссия при производстве теплоэнергии*

Представляет интерес динамика эмиссии парниковых газов на ОАО «Пантелеймоновский огнеупорный завод», которая представлена на рис. 2. Расчет показателей эмиссии на 2008, 2012 и 2030 годы выполнен на основании данных о прогнозе производства, предоставленных ассоциацией «Укрogneупор». Прогноз по выпуску тепловой энергии основывается на удельном расходе топлива за 2005 г. Прогноз снижения удельного расхода топлива на производство огнеупоров обусловлен требованием улучшения существующей на данный момент технологии и более полным использованием ВЭР. Так, к 2008 г. предполагается снижение удельного расхода топлива по сравнению с 2005 г. на 5 %, в 2012 г. – на 10 % и к 2030 г. – на 15 %.

Приведенные на рис. 2 данные показывают, что к 2012 г. эмиссия парниковых газов на ОАО «Пантелеймоновский огнеупорный завод» уменьшится до уровня 23,7 тыс. т в эквиваленте CO<sub>2</sub>, что составит около 23 % от уровня 1990 г. К 2030 г. можно ожидать дальнейшего снижения эмиссии парниковых газов до уровня 18,5 тыс. т в эквиваленте CO<sub>2</sub>. Определяющим фактором, начиная с 2007 г., станет эмиссия при производстве огнеупоров (более 95 % от суммарной эмиссии парниковых газов).

Учитывая вышеприведенные данные по объемам эмиссии парниковых газов и их сокращению до 2030 года, предложенные энергосберегающие мероприятия (охлаждение уходящих газов в рекуператоре и внедрение автоматизированной системы контроля и регулирования степени сгорания природного газа) могут рассматриваться как проекты совместного осуществления.

## SUMMARY

### FIREPROOF PRODUCTION, FUEL CONSUMPTION ANALYSES, THROW OUTING OF HOT- HOUSE GASES, ENERGY SAVING MEASUREMENTS

*Kanevskiy A.L., Skoromnyi A.L., Guk D.N., Slisarenko A.A.*

*The analyses of fuel consumption on ОАО "Panteleymonovskiy ogneupornyi zavod" has been made. The accounts of amounts of hot-house gases throw outing has been obtained. The energy saving measurements which were offered allow to reduce discharge rate of fuel on 7 %.*

## **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Пути снижения энергозатрат на предприятиях горно-металлургического комплекса Украины / Д.В. Сталинский, В.А. Ботштейн, А.Л. Каневский, А.Г. Нотыч // Экология и промышленность. – 2006. – № 2. – С. 4–7.
2. Рамкова конвенція ООН про зміну клімату. Конференція ООН про навколишнє середовище та розвиток // Форум до проблем розвитку Землі. – Ріо-де-Жанейро, Бразилія, 1992.
3. Керівництво з проведення розрахунків обсягів викидів парникових газів на підприємствах гірничо-металургійного комплексу України: Затверджено Міністерством промислової політики України 27.02.2006 р. – Харків: УкрДНТЦ «Енергосталь», 2006.
4. Дослідження можливостей зменшення викидів парникових газів на підприємствах гірничо-металургійного комплексу України з метою виконання вимог Кіотського протоколу до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату: Отчет о НИР / УкрГНТЦ «Енергосталь». – № ГР 0104U005779; Инв. № 0205U004974. – Харків, 2004. – 20 с.

***Каневский А.Л.***, канд. техн. наук;

***Скоромный А.Л.***, аспирант;

***Гук Д.Н.***, научный сотрудник;

***Слисаренко А.А.***, младший научный сотрудник

*Поступила в редакцию 8 февраля 2008 г.*