

В заключение можно сделать следующие выводы: в ходе лабораторного эксперимента мы исследовали способы повышения октанового числа бензина и цетанового числа дизельного топлива. Было обнаружено, что наивысшее октановое число бензина (АИ-92) – в смеси с 30 % изопропанола и наивысшее цетановое число дизельного топлива – в смеси с 6 % изопропанола. При исследовании бензина в смеси с 20 % этанола лучше всего себя показал бензин АИ-95 с октановым числом 112.

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ ПО РЕЖИМАМ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГАЗА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗНОСА ФУТЕРОВКИ ПЕЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В. А. Панасик

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Н. В. Грунтович

На примере ОАО «Гродненский стеклозавод» рассмотрено построение моделей по режимам потребления газа для исследования износа футеровки печного оборудования для варки цветного стекла. Установлено, что на формирование удельного расхода газа влияет не цветность стекла, а техническое состояние печи, в большей степени – ее футеровка.

Ключевые слова: режимы потребления газа, печное оборудование, варка стекла, моделирование, износ футеровки.

Производство листового стекла можно классифицировать как потребителя ТЭР со сложной взаимосвязью между энергетикой и технологией. Такое производство является большой технологической системой, состоящей из нескольких подсистем, тесно связанных между собой и оказывающих значительное влияние на энергопотребление системы в целом.

Исследования показали, что именно подсистема «технологическое оборудование» и такой фактор, как старение футеровки стекловаренных печей оказывает значительное влияние на годовую результирующую энергоэффективность (ЭЭФ) производства листового стекла. Для стекольного производства затраты энергоресурса, связанные с поддержанием работоспособного состояния печи технологической линии, формируют технологическую условно-постоянную составляющую расхода топлива (природный газ).

На примере ОАО «Гродненский стеклозавод» рассмотрим построение моделей по режимам потребления газа для исследования износа футеровки печного оборудования.

На предприятии эксплуатируется четыре печи, причем в двух из них производится варка цветного стекла. Чтобы исключить влияние цвета стекла на формирование технологической условно-постоянной расхода газа, выполнено разделение статистики по цветности стекла. Модели построены для всех четырех печей предприятия. Рассмотрим полученные результаты.

Печь № 2. В табл. 1 представлены результаты моделирования суточного расхода газа в зависимости от производительности печи № 2, которая специализируется на варке трех видов бутылочного стекла: бесцветное, зелено-коричневое и зеленое. Графическая интерпретация моделей представлена на рис. 1.

Таблица 1

**Результаты моделирования удельного расхода газа
на варку бесцветного стекла печью № 2**

Год	Модель	$b_{\text{уд.,техн газ}}$ т у. т./т	Условно-постоянная составляющая газа, т у. т./т
2017	$B_{\text{уд.,газ}} = 0,0043 + 11,330/\Pi_{\text{сут}}$, т у. т./т	0,0043	11,330
2018	$B_{\text{уд.,газ}} = 0,013 + 11,572/\Pi_{\text{сут}}$, т у. т./т	0,013	11,572
2021	$B_{\text{уд.,газ}} = 0,15 + 9,58/\Pi_{\text{сут}}$, т у. т./т	0,15	9,58

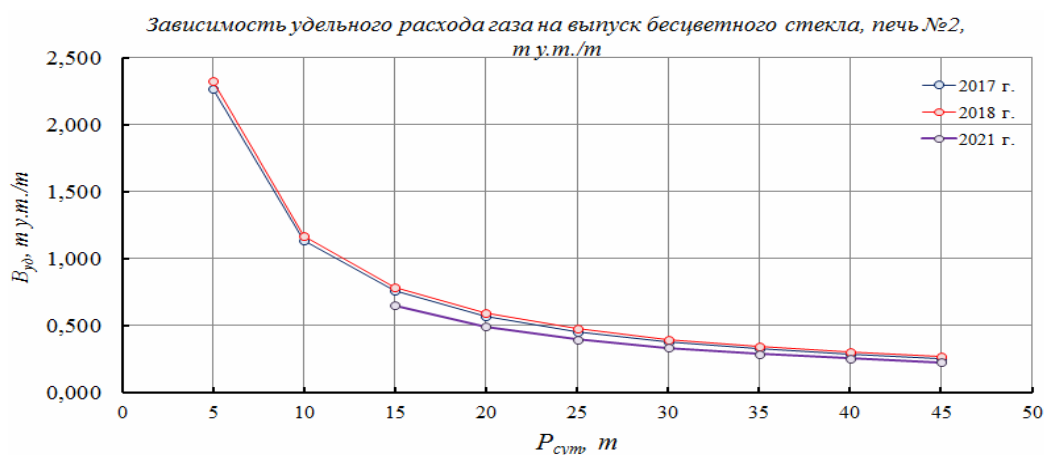


Рис. 1. Графическая интерпретация результатов моделирования $B_{\text{уд., газ}} = F(\Pi_{\text{сут}})$.
Бесцветное стекло, печь № 2

Из анализа рис. 1 следует, что модели 2017 и 2018 гг. очень близки друг к другу. Наблюдается небольшое смещение в 2018 г. в сторону увеличения удельных расходов газа в области суточной производительности от 5 до 20 т в сутки, что обусловлено ростом условно-постоянной расхода газа с 11,330 т у. т. в сутки (2017 г.) до 11,572 т у. т. в сутки (2018 г.). В 2021 г. условно-постоянная расхода газа снизилась до 9,58 т у. т. после ремонта печи, что и повлияло на формирование самых низких удельных расходов газа на варку бесцветного стекла.

За рассматриваемый шестилетний период коричнево-зеленое стекло варилось с 2018 по 2022 г. В табл. 2 представлены результаты моделирования удельного расхода газа на производство коричнево-зеленого стекла. На рис. 2 даны графические изображения зависимостей $B_{\text{уд., газ}} = F(\Pi_{\text{сут}})$.

**Результаты моделирования удельного расхода газа
на варку коричнево-зеленого стекла печью № 2**

Год	Модель	$W_{уд.,техн газ}$ т у. т./т	Условно- постоянная составляющая газа, т у. т./т
2018	$V_{уд., газ} = 0,016 + 11,612/P_{сут}$, т у. т./т	0,016	11,612
2019	$V_{уд., газ} = 0,001 + 22,137/P_{сут}$, т у. т./т	0,001	22,137
2020	$V_{уд., газ} = 0,029 + 11,774/P_{сут}$, т у. т./т	0,029	11,774
2021	$V_{уд., газ} = 0,0004 + 10,204/P_{сут}$, т у. т./т	0,0004	10,204
2022	$V_{уд., газ} = 0,0163 + 9,9848/P_{сут}$, т у. т./т	0,0163	9,9848

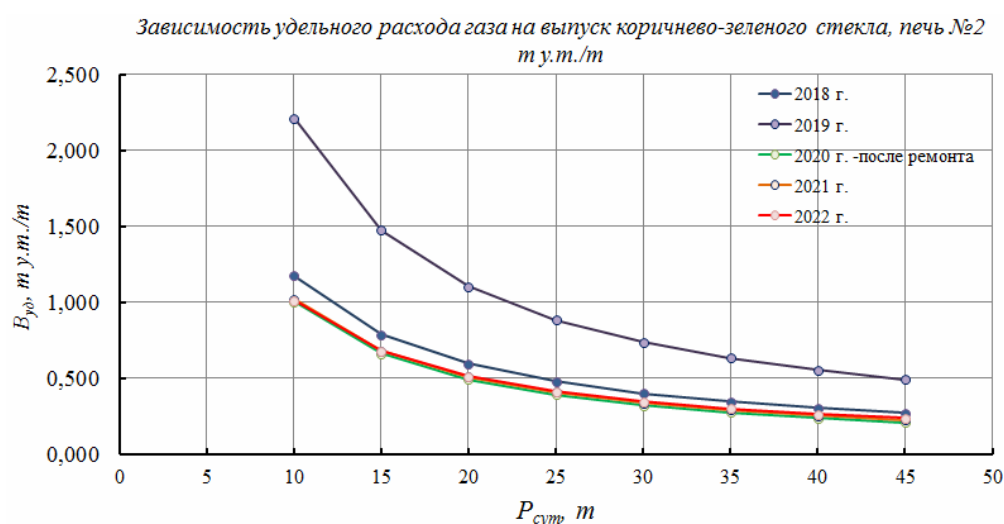


Рис. 2. Графическая интерпретация результатов моделирования $V_{уд., газ} = F(P_{сут})$.
Коричнево-зеленое стекло, печь № 2

Из анализа рис. 2 следует, что модели 2020–2022 гг., очень близки друг к другу. Самое большое смещение моделей в сторону увеличения удельных расходов газа в области суточной производительности от 10 до 45 т в сутки установлено в 2019 г. перед остановкой печи на ремонт. В 2019 г. условно-постоянная расхода газа увеличилась практически в два раза с 11,612 т у. т. в сутки (2018 г.) до 22,137 т у. т. в сутки (2019 г.). В 2022 г. условно-постоянная расхода газа снизилась до 9,98 т у.т./т.

Зеленое стекло в печи № 2 варилось в 2017 и 2019 гг. В табл. 3 представлены модели зависимости удельного расхода газа от среднесуточной производительности печи, графическое представление моделей можно увидеть на рис. 3.

Таблица 3

**Результаты моделирования удельного расхода газа
на варку зеленого стекла печью № 2**

Год	Модель	$w_{уд.,техн газ}$ т у. т./т	Условно- постоянная составляющая газа, т у.т./т
2017	$B_{уд., газ} = 0,004 + 11,13/P_{сут}$, т у. т./т	0,004	11,13
2018	$B_{уд., газ} = 0,01 + 12,02/P_{сут}$, т у. т./т	0,01	12,02

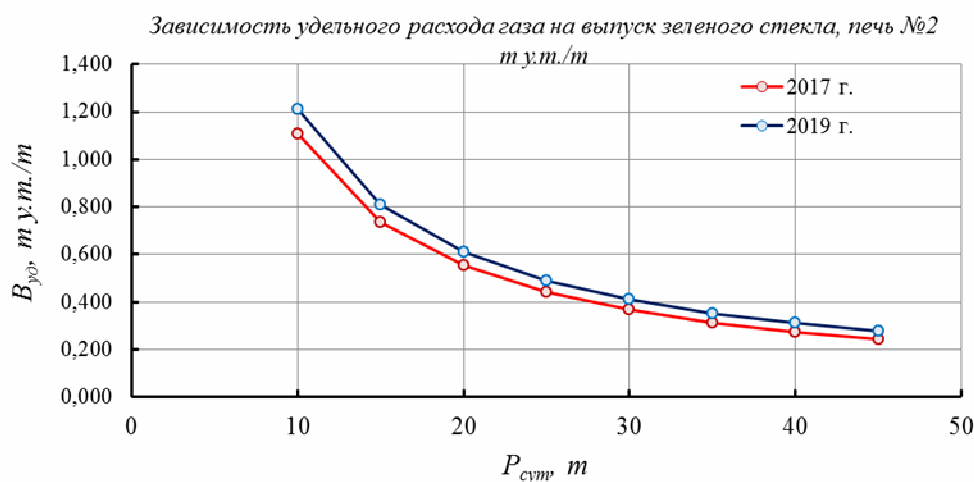


Рис. 3. Графическая интерпретация результатов моделирования
 $V_{уд., газ} = F(P_{сут})$. Зеленое стекло, печь № 2

На рис. 3 приведены результаты наложения моделей за 2017–2020 гг. по разному цвету стекла. Из анализов результатов моделирования, представленных на рис. 3, можно сделать вывод, что на формирование удельного расхода газа влияет не цветность стекла, а техническое состояние печи, в большей степени – ее футеровка. После ремонта печи в 2020 г. произошло существенное снижение условно-постоянной расхода газа, что привело к уменьшению его удельных расходов на всем диапазоне суточной производительности печи.

Литература

1. Методика оценки энергоэффективности промышленных производств с газовым печным оборудованием для обеспечения устойчивого функционирования и развития энергетического комплекса Республики Беларусь / Н. В. Грунтович. – 2022. – 64 с.