

Витебский технологический институт легкой промышленности

УДК 661.1:536.2

№ гос. регистрации 79042845

Инв. № **В820859** 05.ФЕВ80



Руководитель предприятия
Инв. № 5314, канд. техн. наук

БАСКОВ Б.И.



Проректор по научной
работе, канд. техн. наук, доц

ГОРБАЧИК В.Е.

О Т Ч Е Т

по научно-исследовательской работе

"ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА
С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УСТАНОВОК ПРОИЗВОДСТВА
СТЕКЛОВОЛОКНА"

Шифр темы: ХД-125-79

Начальник научно-исследова-
тельного сектора, инж.

И.Е.ПРАВДИВЫЙ

Зав. кафедрой, к.т.н., доц.

С.Г.КОВЧУР

Руководитель темы и
ответственный исполнитель
доц., к.т.н.

Я.В.ШКЛЯР

Витебск, 1979

Библиотека ВГТУ



Список исполнителей

В составлении отчета участвовали: к.т.н., доцент Я.В.Шкляр -
- главы I, 2, 4 и 5; к.т.н., доцент Я.В.Шкляр и к.т.н., доцент
В.П.Терентьев - глава 3.

В оформлении отчета принимали участие: лаборанты В.М.Михайлов,
Т.К.Кудряшова, студенты С.А.Волков и А.М.Носович.

РЕФЕРАТ

научно-исследовательской работы "ИССЛЕДОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ УСТАНОВОК ПРОИЗВОДСТВА СТЕКЛОВОЛОКНА"

В работе приведены результаты теоретического и численного исследования зависимости производительности печей прямого нагрева от основных характеристик теплового переноса. Сопоставление полученных результатов с экспериментальными данными теплотехнического обследования промышленной печи показало их достаточно хорошее совпадение.

Проанализирована качественная картина и получены количественные соотношения, устанавливающие зависимость производительности печных установок от температурного уровня процесса, условий отопления, расхода топлива и радиационных характеристик факела. Показаны возможности роста производительности за счет воздействия на эти параметры.

Проведено экспериментальное исследование сложного теплообмена на огневом стенде с прямоточными горелками и горелками с закрученными струями. Показано, что применение последних позволяет существенно интенсифицировать тепловой перенос и, как следствие, добиться экономии топливно-энергетических ресурсов.

Рис. - 15, табл. - 13, библи. - 8.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. ВВЕДЕНИЕ. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ	5
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПЕЧЕЙ ПРЯМОГО НАГРЕВА ОТ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛООВОГО ПЕРЕНОСА	8
3. ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛООВОГО ПЕРЕНОСА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПЕЧЕЙ ПРЯМОГО НАГРЕВА	15
4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ СЛОЖНОГО ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ЗАКРУЧЕННОЙ СТРУИ С ПОВЕРХНОСТЬЮ НАГРЕВА	43
5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	48
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	49
ПРИЛОЖЕНИЕ	50

І. В В Е Д Е Н И Е

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Одним из основных звеньев в технологической цепочке производства стекловолокна является стекловаренная печь, которая в значительной мере определяет производительность всей технологической линии и качество выпускаемой продукции. Специфика процесса производства стеклянного волокна, повышенные требования к качеству стекломассы требуют особого подхода к выбору типа печной установки. Из существующих конструкций печей в наибольшей мере этим требованиям отвечает установка непрерывного действия с противоточным движением шихты и стекломассы — печь прямого нагрева.

По сравнению с регенеративными печами или печами с поперечным направлением пламени ванные печи прямого нагрева имеют значительные преимущества, и среди них — достаточно высокий, до 650 кг/см^2 в сутки, удельный съём стекломассы типа "Е" при стабильном ее качестве. Это обстоятельство является весьма важным, т.к. удельная производительность большинства действующих печей не превышает 400 кг стекломассы с 1 м^2 пода печи в сутки. В тоже время передовые зарубежные фирмы получают на отдельных печах съём стекломассы до 800 кг/м^2 в сутки. Таким образом, применение печей прямого нагрева позволяет вплотную подойти к показателям, соответствующим современному уровню развития промышленности стекловолокна.

Актуальной задачей, стоящей перед промышленностью, является интенсификация процессов стекловарения, повышение производительности печей и улучшение качества стекломассы.

Повышение производительности печных установок при высоком качестве провара и химической однородности стекломассы — одна из самых важных технических проблем в настоящее время. Эту проблему

можно решить двумя путями: увеличением объемов и площадей вновь проектируемых установок (экстенсивный путь) и увеличением удельной производительности печей путем интенсификации протекающих физико-химических процессов.

Одним из способов увеличения удельной производительности ванн печей и улучшения качества стекломассы служит повышение температуры варки до 1600°C . Опыт промышленной эксплуатации показывает, что, несмотря на повышенные температурные режимы, срок службы ванн печей за рубежом возрос до 6-8 лет (в результате создания высокоустойчивых огнеупоров) при одновременном снижении удельного расхода топлива (за счет роста удельного съема стекломассы). Повышение температуры варки является одним из действенных факторов улучшения технико-экономических показателей процесса стекловарения, обеспечивающим опережающий рост удельных съемов стекломассы с единицы поверхности варочной зоны печи по сравнению с расходом топлива. Так, например, возрастание температуры варки до $1560 - 1600^{\circ}\text{C}$ увеличивает производительность печи на $12 \div 15\%$, а общий расход топлива - только на $6-7\%$ [1].

Стекловаренные печи являются значительными потребителями топлива. В настоящее время на стекольных заводах и заводах стекловолокна в нашей стране ежегодно сжигается около 4 млн. тонн условного топлива, причем до 65% этого топлива составляет природный газ. Поэтому важным и актуальным является разработка мероприятий по интенсификации протекающих в печах теплообменных процессов с целью повышения производительности печей и снижения удельных расходов топливно-энергетических ресурсов. Некоторые из таких мероприятий были нами предложены в [2].

В настоящей работе поставлена задача \neq дальнейшего изучения механизма теплового переноса в пламенном пространстве печей пря-

мого нагрева производства стеклянного волокна с целью установления аналитической и численной взаимосвязи между производительностью печей и основными теплообменными характеристиками, а также исследование некоторых возможностей интенсификации теплообмена с целью увеличения производительности промышленных печных установок.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПЕЧЕЙ ПРЯМОГО НАГРЕВА ОТ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОВОГО ПЕРЕНОСА

Известно, что производительность печных установок стекловолокна является функцией большого числа факторов, среди которых значительную роль играют условия, определяющие интенсивность теплообмена между движущимися и излучающими дымовыми газами и поверхностью шихты и стекломассы.

Найти строгое аналитическое решение этой задачи в настоящее время не представляется возможным, т.к. практически нельзя учесть все многообразие параметров, влияющих на конечную величину - выпуск продукции. Кроме того, неясно, на какой теоретической основе следует искать эти связи.

Поэтому для ^{приближенного} аналитического описания поставленной задачи нами был выбран путь, основанный на использовании аппарата теории подобия и теплового и материального балансов процесса. В результате подробного описания [3] процессов сложного теплообмена между продуктами сгорания топлива и стекломассой, а также балансовых соотношений, получено критериальное уравнение, которое позволяет связать основные безразмерные характеристики теплового переноса с безразмерной величиной, характеризующей производительность печи по стекломассе [4] :

$$П_{см} = f (St_{сж}, St_{к}, B_0, \epsilon_{пр}, Re, П_{кл}). \quad (1.1)$$

В этом уравнении:

$П_{см}$ - критерий, оценивающий производительность печной установки ;

$St_{сж}, St_{к}$ - соответственно числа Стентона, оценивающие интенсивность сложного и конвективного теплообмена ;

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Рохлин Н.Н. и др. Интенсификация процессов варки стекла для производства тары, "Стекло и керамика", № 3, 1974.
2. Шкляр Я.В. Интенсификация теплообмена в условиях взаимодействия высокотемпературного потока с поверхностью нагрева, отчет по научно-исследовательской теме № 780I9366, г.Витебск, 1978.
3. Шкляр Я.В. Сложный теплообмен в ваннах стекловаренных печах прямого нагрева, сборник "Стекло; ситаллы и силикаты", № 6, г.Минск, 1977.
4. Шкляр Я.В., Писцов Ю.Н. и др. Экспериментальное исследование теплообмена в ванной стекловаренной печи прямого нагрева, сборник "Производство и исследование стекла и силикатных материалов", вып.6, г. Ярославль, 1978.
5. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи, "Энергия", М., 1973.
6. Гухман А.А. Применение теории подобия к исследованию процессов тепло-массообмена, "Высшая школа", М., 1974.
7. Шкляр Я.В. и др. К расчету сложного теплообмена в печах прямого нагрева, "Стекло и керамика", № 7, 1977.
8. Теплотехническое обследование ванной стекловаренной печи прямого нагрева Ступинского завода стеклопластиков, отчет ОКБ ЭТХИМ Минхимпрома СССР, № 7307372, М., 1973.