

ВИТЕБСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

" Утверждаю "



Проректор института по научной
работе, доцент В.Я.БОГДАНОВ

Богданов
" 16 " декабря 1970 г.

О Т Ч Е Т

№ г.р. 70061168

Б 110408

по научно-исследовательской работе

" ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ТЕОРИИ ПОДОБИЯ ВНЕШНЕГО ТЕПЛООБМЕНА
В МАЛОГАБАРИТНЫХ СТЕКЛОПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧАХ ПРОИЗВОДСТВА ТЕК -
СТИЛЬНОГО ВОЛОКНА" *х2-8*

Заказчик - предприятие п/я М-5314

Научный руководитель темы *Шкляр*

/к.т.н.Я.ШКЛЯР/

От ВТИЛП в работе принимали участие:

к.т.н., доц. С.Е.САВИЦКИЙ, *Савицкий*

к.т.н., и.о. доц. С.Г.КОВЧУР. *Ковчур*

От предприятия п/я М-5314 в работе принимал участие

к.т.н. ПИСЦОВ Ю.Н.

Витебск, 1970 г.

Н-51

Библиотека ВГТУ



СО Д Е Р Ж А Н И Е

стр.

ВВЕДЕНИЕ. Постановка задачи	I
ГЛАВА I. Обзор литературных материалов и выбор оптимальных конструктивных вариантов	4
ГЛАВА II. Физическое моделирование теплообмена в малогабаритных стекловаренных печах для различных условий их отопления	18
ГЛАВА III. О математическом планировании и анализе экспериментального исследования тепло- обмена в стекловаренных печах	34
ВЫВОДЫ.	55
ЛИТЕРАТУРА	57

В в е д е н и е. Постановка задачи.

В связи со значительным развитием промышленности стекло-волокну актуальной и важной становится задача разработки достаточно дешёвого и надёжного способа его получения. За последнее время в этом направлении проделаны многочисленные исследования и созданы промышленные установки, хорошо зарекомендовавшие себя на производстве. Так, современным требованиям отвечает разработанный во ВНИИСПВ одностадийный способ получения стекловолокна, при котором исключается применение промежуточного продукта — стеклошариков, и волокно получается непосредственно из фидера ванной стекловаренной печи. При этом однако имеют место значительные затраты на дорогостоящие материалы, из которых изготавливаются стеклоплавильные сосуды.

С целью сокращения этих расходов весьма желательным является создание такой малогабаритной стеклоплавильной печи, которая обеспечивала бы необходимые условия для формирования волокна и его вытягивания. Ввиду новизны постановки такого вопроса необходимо прежде всего проанализировать различные формы конструктивного решения этой задачи и провести определённую аналитическую экспериментальную работу.

Учитывая большое значение выбора оптимальных условий отопления печи, необходимо, на наш взгляд, рассмотреть различные варианты отопительных систем (газовое, электрическое, газопри-ческое) с точки зрения обеспечения оптимальных условий теплоподвода. Учитывая также, что решающее значение здесь приобретают условия теплообмена, необходимо уметь рассчитать соответствующие тепловые потоки и регулировать интенсивность теплообмена.

Несмотря на значительный опыт эксплуатации стекловаренных печей, до сих пор нет надежных методов расчёта теплопередачи в этих установках, т.к. ввиду сложности протекающих процессов подробное аналитическое исследование задачи является практически невозможным, а непосредственное экспериментирование на промышленных образцах в значительной мере затруднено их малой доступностью для проведения соответствующих опытов. Как обычно, такие задачи решают на уменьшенных моделях с использованием известных положений теории подобия. Изучение процесса теплообмена в стекловаренных печах на уменьшенных моделях позволяет выяснить основные закономерности этого процесса и получить необходимые данные для надёжного расчёта и проектирования промышленных образцов.

В настоящее время имеется необходимая база, на основе которой можно подойти вплотную к задаче моделирования сложного теплообмена в стекловаренных печах. Очевидно, эта задача должна решаться как в теоретическом плане, так и с помощью специально поставленных экспериментов, и их последующей обработки на основе методов теории подобия. Для этого, естественно, необходимо сформулировать условия физического моделирования процессов теплообмена в печах при различном отоплении.

Известно, что соответствующие критериальные уравнения имеют обычно сложный вид и состоят из большого числа критериев и симплексов (в отдельных случаях их число доходит до нескольких десятков). Как правило, в опытах исследуется влияние лишь нескольких так называемых существенных критериев, а подавляющее их большинство исключается из рассмотрения путём ввода ряда упрощающих предпосылок. Исключение критериев подобия из рассмотрения

зачастую проводят чисто интуитивно, без достаточных на то оснований. Ни в одной из известных нам работ нет количественной оценки влияния неучтенных критериев и симплексов на протекание процесса. Поэтому при проведении экспериментального исследования соответствующие опыты следует ставить таким образом, чтобы на их основе можно было бы провести количественную оценку влияния различных факторов на протекание процесса и их взаимодействия.

С этой целью необходимо сформулировать основные условия планирования эксперимента с использованием современных математических методов, т. е. провести математическое планирование и анализ опытов.

В настоящей работе поставлены и обсуждаются все эти вопросы.

Г Л А В А I .

Обзор литературных материалов и выбор оптимальных конструктивных вариантов

(по данным иностранной литературы / I,2 /).

Работающие в настоящее время в промышленности стекловаренные печи за последние 15 лет значительно усовершенствованы. Результатом этого явилось определенное увеличение их размеров и рабочих температур, коэффициента полезного действия и производительности. Однако основные типы печей остались прежними. Достигнутый здесь успех базируется в основном на многочисленных отдельных усовершенствованиях конструкции печей, применении более качественных огнеупорных материалов, интенсификации процессов горения топлива и теплопередачи, усовершенствованной подготовке шихты, применении различных систем барботажа, дополнительного электрического обогрева, рекуператоров и методов контроля и регулировки режима работы печи. Однако, несмотря на многочисленные конструкторские и научно-исследовательские разработки, достигнутые результаты ещё недостаточны, и в настоящее время ведутся поиски новых конструкций печей.

Основное внимание при этом уделяется следующим вопросам: исследование циркуляционных потоков в стекломассе, изучение различных видов топлива для пламенных печей и процессов горения; изучение процесса теплообмена в пламенном пространстве печи. При этом разработка новых конструкций стекловаренных печей сталкивается со следующими проблемами: подбор сырья в соответствии с термическими и химическими условиями, загрузка шихты с учётом химических реакций в самой печи, циркуляция стекла,

Л И Т Е Р А Т У Р А :

1. Plumat E., Elou P. u.a., Neue Tendenzen in Glasschmelzoffenbau, "Glastechn.Berichte", H.11, 1967.
2. Gardon R., Some Heat Transfer Problems in Glass Technology, VIII International Congress on Glass, 1968.
3. Zotos G., Process and means for melting glass silicates and like mineral substances. Brit. Patent Nr. 300576.
4. Moorslead, Glasschmelzversuche nach dem Kaskaden-Verfahren. Glastechn.berichte, Nr. 8, 1930.
5. Plumat E., Echageur caloritique à pluie de sable. In: Congress du Chauffage Industriel, Paris, 1952.
6. O. Verf, Franz.- Patent Nr. 1311453.
7. O. Verf, Franz.-Patent Nr. 1312865.
8. O. Verf, Franz.-Patent Nr. 1310399.
9. Jacobs Alfred, Procédé et dispositif de prechauffage, déchauffement et de fusion de matières solides.
10. Brichard E., Glastechn.Berichte, H 29, 1956.
11. Plumat E., Four rond. jossais in modèle, essais pilotes, Brussel, 1965.
12. Alkeson Florian, Method and apparatus for generating currents in molten glass. USA-Patent Nr 3305340.
13. O. Verf, Franz.-Patent Nr. 1375847.
14. Jak H., Jacobson A., Melting of glass batch., USA-Patent, Nr. 3077094.
15. Электронечь для варки стекла. Патент СССР, № 118306.
16. Four électrique perfectionné de fusion à très haute température, Franz.-Patent Nr. 1482084.
17. Plumat E., VI Congress International du Verre, New York, 1962.

18. De Bussy, VII Congres International du Verre, Brussel, 1965.
19. De Bussy, Franz.-Patent Nr. 1297789.
20. O. Verf , Brit.-Patent Nr. 1032298.
21. С.Н.Шорин, Теплопередача, "Высшая школа", 1964.
22. А.С.Невский, Теплопередача в мартеновских печах, Металлургиздат, 1968.
23. А.Д.Ключников, Моделирование многоструйного неизотермического движения газов в печах и котельных топках, "Черная металлургия", Изв. ВУЗов, № 6, 1963 г.
24. В.И.Лебедев, Я.В.Шкляр, Физическое моделирование сложного теплообмена в стекловаренных печах прямого нагрева, Сб. трудов МИСИ им.Куйбышева № 70, 1970 г.
25. В.Т.Кумсков, К вопросу моделирования сложного теплообмена в камерах сгорания, Сб.трудов МИИТ № 224, 1965.
26. П.Н.Конаков, С.С.Филимонов, Б.А.Хрусталёв, Теплообмен в камерах сгорания паровых котлов, Речиздат, 1960 г.
27. И.И.Палеев, О моделировании процессов горения, Сб. "Теория и практика сжигания газа", "Недра", 1964 г.
28. Л.И.Кудряшов, Теория подобия как метод построения приближённого решения задач гидромеханики и теплообмена. Сб.трудов Куйбышевского индустриального института, т. I, № 6, 1956 г.
29. А.В.Лыков, Применение интегральных преобразований к исследованию явлений тепломассообмена и связь их с теорией подобия. Сб. трудов МИИТ № 139, 1961 г.
30. В.В.Налимов, Н.А.Чернова, Статистические методы планирования экстремальных экспериментов, "Наука", 1965.

59

Всего

сф. 72

31. Планирование эксперимента, Сб. статей под редакцией Т.К.Круга, "Наука", 1966 г.
32. Ч.Хикс, Основные принципы планирования эксперимента, "Мир", 1967.
33. Е.И.Пустыльник, Статистические методы анализа и обработки наблюдений, "Наука", 1968 г.
34. В.Б.Тихомиров, Математические методы планирования эксперимента при изучении нетканых материалов, "Лёгкая индустрия", 1968 г.
35. Н.А.Алявдин, Т.С. Новорядовская, Планирование и анализ исследовательского эксперимента применительно к лёгкой промышленности, "Лёгкая индустрия", 1969 г.
36. Новые идеи в планировании эксперимента, Сб.Статей под редакцией В.В.Налимова, "Наука", 1970 г.

Библиотека ВГТУ



0 0 2 1 7 5 5 5