

ВИМІРЮВАННЯ ДІАМЕТРА СВІТЛОВОДА В ПРОЦЕСІ ВИГОТОВЛЕННЯ

Карпов Г.В., Невлюдов І.Ш., Новоселов С.П.

ХТУРЕ, м.Харків, пр.Леніна, 14

ABSTRACT

In work the analysis of an opportunity of measurement of a diameter fiber by means of measurement of viscosity accumulation of glass, taking place in die is carried out. The way of measurement of a diameter with the help of transformation of viscosity in electrical capacity, and, then in a pressure is offered.

ВСТУП

Вимірювання такого важливого параметра, як діаметр світловода, в процесі виробництва здійснюється після його формування, тобто коли ніякі зміни проведені бути не можуть. Тому в [1] було запропоновано перенести місце контролю в зону формування. У зв'язку з цим виникає задача з досить високою точністю отримати інформацію про зміну діаметру світловода, що виготовляється. Причому необхідно використати непрямий параметр, оскільки ні в зоні формування, ні на попередніх стадіях виготовлення, світловод ще не існує. Аналіз літератури [2-4] показує, що таким параметром є в'язкість скломаса.

ВИМІРЮВАННЯ ДІАМЕТРА СВІТЛОВОДА

Існує декілька методів вимірювання в'язкості, але вони не задовольняють нас, оскільки є прямими, що неможливо застосувати безпосередньо в процесі виробництва світловоду. Тому необхідно контролювати зміну в'язкості непрямого шляхом. Найбільш застосовним в даних умовах є метод вимірювання електричної ємкості. Таке рішення пов'язане з тим, що ємкістні методи є найбільш точними і компактними, а це, в свою чергу, добре стикається з вимогою високої чистоти атмосфери в зоні формування.

Отже, необхідно виділити параметр, який визначає однозначну відповідність зміни електричної ємкості при зміні в'язкості скломаси в фільтрі в залежності від відхилень технологічних параметрів, а, значить, і стабільноті довжини зони формування.

Як відомо, з теорії електростатики ємкість конденсатора визначається вираженням

$$C = \epsilon \epsilon_0 \left(\frac{S}{d} \right), \quad (1)$$

де ϵ - відносна діелектрична проникність; $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м - електрична постійна;

S - площа обкладин;

d - відстань між обкладинами.

З даного вираження слідує, що для задачі, що вирішується параметри, S і d залишаються постійним, тому єдиним параметром, від зміни якого залежить зміна електричної ємкості, є відносна діелектрична проникність.

Аналіз літератури [5-9] показує, що для скла різних марок відносна діелектрична проникність пов'язана з щільністю скломаси вираженням:

$$\epsilon = \rho \cdot k, \quad (2)$$

де ρ - щільність скломаси в г/м;

$k = 2$ - постійний коефіцієнт для розплавленого скла.

У свою чергу, щільність скломаси пов'язана з в'язкістю вираженням [2]:

$$\rho = 5,174 \cdot \left[\frac{5,64}{\lg \eta + 8} \right], \quad (3)$$

де η - в'язкість скломаси.

Таким чином, розташувавши ємкісний датчик в зоні формування можна контролювати зміну діаметра світловода за допомогою зміни відносної діелектричної проникності. При цьому ємкість конденсатора визначається вираженням [10]:

$$C = \frac{C_o}{2 - \frac{C_o}{2\pi\epsilon L}}, \quad (4)$$

де C_o - емкость уединенной прямоугольной пластины, определяемой по формуле (5);

L - відстань між пластинаами.

$$C_o = \frac{4\pi a}{\ln \frac{2,4a}{b}}, \quad (5)$$

де a і b - габарити обкладин конденсатора.

Причому вираження (4) справедливе, коли $a/L < 0,25$ і $a/b > 1$.

Для того щоб виміряти величину електричної емкості необхідно застосувати одну з можливих схем вимірювання.

У цей час відомі наступні методи [10]:

- на основі прямого перетворення в напруження і струм;
- на основі прямого перетворення в частоту і інтервал часу;
- на основі мостових і компенсаційних схем.

Кожний метод включає ряд конкретних способів. Метод прямого перетворення дозволяє визначити параметр без яких-небудь врывноважень у вимірювальному ланцюзі. Цей метод приводить до простих структурних схем вимірювального ланцюза, і хоч забезпечує не так високу точність вимірювання як методи урівноваження, в більшості випадків цей метод є переважним, оскільки забезпечує високі швидкості вимірювання і малі паразитные параметри [12].

Методи, засновані на бруківках і компенсаційних схемах, є відповідними для вимірювань, в яких емкість датчика змінюється на дуже малу величину, відповідну рівновазі.

Однак такі методи не популярні на виробництві, оскільки вони вимагають постійного обслуговування при вимірюванні і їх дані важко реєструвати [13].

Перетворювачі емкості в частоту і інтервал часу широко використовуються при розробці приладів з цифровим відліком для частот радіодіапазона, але тим часом при визначенні емкості у разі великих втрат з'являється додаткова погрішність, бо зміна частоти викликається не тільки зміною емкості, але і втратами конденсатора.

ВИСНОВКИ

На основі вищевикладеного і в зв'язку з тим, що процес витягнення світловода займає від

декількох годин до десятків годин, а, отже, необхідно безперервно контролювати зміну емкості, вибираємо метод, заснований на прямому перетворенні емкості в напруження і струм.

ЛІТЕРАТУРА

1. Аналіз методов контролю диаметра световода в процессе производства /НЕВЛЮДОВ И.Ш., КАРПОВ Г.В. Харьк. ин-т радиоэлектрон. - Харьков, 1991. - 13 с.; Библиогр. 1 назв.- Рус. Деп. в УкрНИИНТИ 25.04.91, N 579-Ук91.
2. Вязкость стекломассы в зоне формования непрерывного стеклянного волокна / М.Д.ХОДАКОВСКИЙ // Свойства и области применения стеклянного волокна и стеклопластиков: Сб. науч. трудов НПО "Стеклопластик". - М., 1988. - 93 с.
3. Теплообмен и гидродинамика стекломассы при истечении ее через фильтры / Г.А.ШМАТКОВА, А.С.ГОРИНОВ, О.С.ЛЮБУТИН // Производство стекловолокна: Сб. науч. трудов ВНИИСПВ. - М., 1982. - С. 44 - 50.
4. Исследование характеристик формования непрерывного стекловолокна / В.В.УЛЬЫШЕВ, Г.Н.КАН // Влияние технологических факторов на процессы получения и переработки стеклянных волокон и стеклопластиков: Сб. науч. трудов ВНИИСПВ. - М., 1982. - С. 44 - 50.
5. Технология стекла /Л.М.БУТТ, В.В.ПОЛЯК. - М.: Стройиздат, 1971. - 367 с.
6. Физико-химические основы производства оптического стекла. Под ред. док. техн. наук Л.И.ДЕМКИНОЙ. - Л.: Химия, 1976. - 456 с.
7. ЛЕКО В.К., МАЗУРИН Д.В. Свойства кварцевого стекла. - Л.: Наука, 1985. - 164 с.
8. Структура, состав, свойства и формование стеклянных волокон /Под ред. М.С. АСЛАНОВОЙ // Материалы первого Всесоюзного симпозиума по стеклянному волокну, Москва, 7-9 февраля 1967. - М., 1969. - 170 с.
9. ЭМЕ Ф. Диэлектрические измерения. - М.: Мир, 1967. - 217с.
10. Расчет электрической емкости / Ю.Я.ИОССЕЛЬ, Э.С.КО-ГАНОВ, М.Г.СТРУНСКИЙ. - Л.: Энергоиздат. Ленингр. издание, 1981. - 288 с.
11. БАУШЕВ В.Н., СМЕКАЛОВ П.Р. Технология производства оптических волокон. /Учебное пособие. - Л.: 1987. - 51 с.
12. Цифровые приборы и системы для измерения параметров конденсаторов / С.Л.ЭПШТЕЙН, В.Г.ДАВИДОВИЧ, Г.И.ЛИТВИНОВ и др.; Под ред. С.Л.Эпштейна. - М.: Сов.радио, 1978. - 192 с.
13. ФОРЕЙТ И. Емкостные датчики неэлектрических величин /Пере-вод с чешского - М.: Энергия, 1966. - 160 с.