

УДК 519.711+62.506+681.5.015

АВТОМАТИЗАЦІЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ ТЕМПЕРАТУРИ І В’ЯЗКОСТІ СТЕКЛОМАСИ В ПРОЦЕСІ ВИГОТОВЛЕННЯ КВАРЦОВИХ ТРУБОК

Галай В.М., студент, Сільвестров А.М., професор, д.т.н.

*(Полтавській національній технічній університет імені Юрія
Кондратюка, м. Полтава, Україна)*

До якості кварцових трубок, особливо тих, що використовують в світлотехнічній галузі промисловості, наприклад, для виробництва пальників газорозрядних ламп, застосовують достатньо жорсткі вимоги. Це, в першу чергу, діаметр і товщина стінки. При постійній довжині трубки діаметр і товщина визначають об’єм газорозрядного простору, а значить і умови запалювання і горіння розряду, наприклад, в парах натрію.

Технологія їх виробництва полягає в витягуванні із попередньо виготовленого і розігрітого до м’якого стану кварцового блоку. Як показали дослідження цього процесу як об’єкту автоматизації, в першу чергу потрібно стабілізувати температуру t° і в’язкість η стекломаси. Для цього нами розроблено два канали регулювання: струм I – температура t° і швидкість Ω вентилятора обдуву – в’язкість стекломаси η . Використані одноструктурні САК. Математичні моделі цих каналів визначаються в режимі навчання і відповідно ним синтезуються регулятори. Регулятори повинні задовольняти умовам перешкодостійкості, робастності (нечутливості до неточності моделі), стійкості і аперіодичності перехідного процесу при ступінчастій зміні завдання чи збурення і теоретично нульовій похибці в усталеному режимі. Цим вимогам відповідає ПІ – регулятор із змінним законом регулювання.

В перехідному процесі при значних відхиленнях змінної, що стабілізується, ПІ – регулятор працює як П – регулятор, а за умови малих відхилень – як ПІ.

Якщо задати бажану динаміку каналу еталонною моделлю с передаточною функцією

$$W_e = \frac{1}{\tau_e + 1},$$

де $\tau_e = k_e^{-1}$, а відповідний канал об’єкту – інерційною ланкою першого порядку, то, за умови однаковості еталонної і реальної систем, не складно визначити параметри ПІ – регулятора.

Дійсно, для того, щоб розімкнена система $\left(k_n + \frac{k_i}{s}\right) \cdot \frac{k_{ij}}{\tau_{ij}s + 1} = \frac{k_{ij}(k_n s + k_i)}{s(\tau_{ij}s + 1)}$ дорівнювала еталонній $\frac{k_e}{s_1}$ достатньо, щоб $\left(\frac{k_n}{k_i} s + 1\right)$ дорівнював $(\tau_{ij}s + 1)$, а k_{ij}/k_i дорівнював k_e . Звідси маємо, що

$$k_n = \frac{k_e}{k_{ij}} \cdot \tau_{ij}, \quad k_i = \frac{k_e}{k_{ij}}.$$

За умови, коли $|\varepsilon| > \Delta$, де Δ - задана величина $k_i = 0$ і ПІ – переходить в ПІ.

Система стабілізації температури стеклоблоку забезпечує її достатню стабільність. Але цього недостатньо, так як неоднорідність стекломаси приводить до того, що за однієї і тієї ж температури в’язкість стекломаси може змінюватися. А саме від неї залежить якість процесу витягування трубки. Суттєва теплова інерційність блоку не дає можливості швидко змінити температуру і, як наслідок, в’язкість. Тому в зоні витяжки застосована більш швидкодіюча система стабілізації в’язкості шляхом обдуву цієї частини стеклоблоку азотом.

В’язкість контролюється по зусиллю витягування трубки і регулюється в сторону її зменшення шляхом збільшення швидкості Ω обдуву.

Тобто ця система працює в режимах різкого зменшення в’язкості η з метою її утримання в зоні заданого значення і захисту від руйнування в процесі витягування.