

УДК 621.865.8

А.С.Стецюра, А.А.Сергієнко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## АНАЛІЗ ТА ВИБІР МЕТОДУ КОНТРОЛЮ ТИСКУ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ЕКСТРУЗІЇ ПОЛІМЕРНИХ ТРУБ

A.S.Stetsyura, A.A.Sergienko

### ANALYSIS AND SELECTION OF THE PRESSURE CONTROL METHOD IN THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF EXTRUSION OF POLYMER PIPES

Для забезпечення високої якості труб із полімерних матеріалів необхідно здійснювати контроль та регулювання технологічних параметрів процесу екструзії труб. Одними з основних технологічних параметрів процесу екструзії полімерних труб є тиск та температура. На даному етапі розвитку засобів автоматизації та вимірювальних систем, що володіють високою точністю та надійністю, виробники пропонують різноманітні компоненти для здійснення перетворення фізичних величин в аналогові чи дискретні електричні сигнали, засоби обробки сигналів, збереження та накопичення цифрових даних. Важливо вибрати з усього ті компоненти, які підходять для реалізації поставленої задачі. Найбільш широко використовуваними електричними елементами для вимірювання величини тиску є резистивні та напівпровідникові тензометричні давачі. Тензометричний давач вимірює силу непрямим методом – шляхом вимірювання деформації каліброваного елемента, що викликана дією даної сили. Для вимірювання тиску можна перетворити його відповідним перетворювачем в силу, а потім виміряти його тензометричним методом.

Резистивний тензодавач являє собою основу із закріпленим на ній резистивним елементом. Під дією сили основа з закріпленим елементом змінює свої розміри, відповідно, резистивний елемент також змінює свій опір. Сила, що діє на провід (площею  $A$ , довжиною  $L$  і питомим опором  $\rho$ ) викличе видовження чи стиснення останнього, що приведе до пропорційного збільшення чи зменшення його опору:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A}, \quad \frac{\Delta R}{R} = GF \cdot \frac{\Delta L}{L} \quad (1)$$

де  $GF$  – тензочутливість;  $\Delta L/L$  – безрозмірна величина, що визначається в мікрострейнах ( $1\mu\epsilon = 10^{-6}$  см/см).

Із (1) випливає, що чим більша тензочутливість, тим більша величина зміни опору і, відповідно, більша чутливість давача. Найбільш використовуваними є наклеювані давачі. З них найкращими характеристиками володіють фольгові тензодавачі. Провідникові аналоги мають малу поверхню зв'язку з основою, що зменшує стічні струми при високих температурах і дає більшу напруженість ізоляції між чутливим елементом і основою. З іншої сторони, фольгові чутливі елементи мають велику площу дотику з основою тобто є більш чутливі, і більш стабільні при критичних температурах і довготривалих навантаженнях. Напівпровідникові тензодавачі використовують п'єзорезистивний ефект, і використовуються для одержання пристроїв і вихідних сигналів високої чутливості. Недоліком цих давачів є залежність від температури (важко піддаються компенсації). Зміна опору від деформації нелінійна. В таблиці 1 наведена порівняльна характеристика по основних параметрах металевих та напівпровідникових тензодавачів.

Майже усі давачі на основі тензорезисторів являють собою вимірювальний міст, оскільки така вимірювальна схема дає більшу чутливість і більший по амплітуді вихідний сигнал. На рис.1 зображені різні конфігурації вимірювальних мостів.

Таблиця 1 – Порівняння металевих та напівпровідникових тензодавачів

Параметр	Металевий тензодавач	Напівпровідниковий тензодавач
Діапазон вимірювання	0,1..40 $\mu\epsilon$	0,001..3000 $\mu\epsilon$
Тензочутливість	2,0..4,5	50..200
Опір, Ом	120, 350, 600 ..., 5000	1000..5000
Допуск резисторів	0,1%..0,2%	1%..2%
Розмір,мм	0,4..150(стандарт 3..6)	1..5

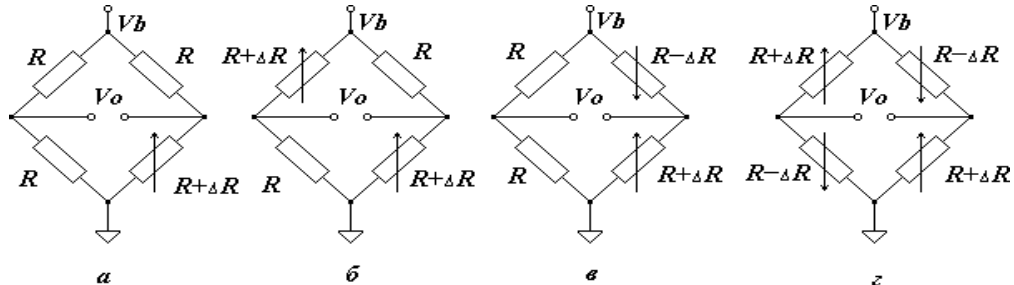


Рисунок 1. Конфігурації включення тензодавачів в мостові схеми.

Четвертинна мостова конфігурація (рис. 1а) з одним чутливим елементом характеризується нелінійністю зміни вихідного сигналу від зміни опорів:

$$V_{OUT} = \frac{V_B}{4} \left[ \frac{\Delta R}{R + \frac{\Delta R}{2}} \right] \quad (2)$$

Ця нелінійність відноситься до самого вимірювального моста і не має ніякого відношення до нелінійності чутливого елемента.

Напівмостова конфігурація може бути представлена у двох видах:

- коли обидва чутливі елементи змінюються в одну сторону і монтується поруч на одній осі (рис. 1б). Нелінійність такої схеми така ж як і в четвертинній схемі, але коефіцієнт передачі в два рази більший:

$$V_{OUT} = \frac{V_B}{2} \left[ \frac{\Delta R}{R + \frac{\Delta R}{2}} \right] \quad (3)$$

- коли чутливі елементи змінюються в протилежні сторони і монтується, наприклад, на одній осі, але з різних сторін основи:

$$V_{OUT} = \frac{V_B}{2} \left[ \frac{\Delta R}{R} \right] \quad (4)$$

Дана схема є лінійна, коефіцієнт передачі 0,5 (рис. 1в).

Повномостова конфігурація (рис. 1г) дає максимальний сигнал на виході і лінійна:

$$V_{OUT} = \frac{V_B}{4} \left[ \frac{\Delta R}{R} \right] \quad (5)$$

На основі аналізу поданих схем та залежностей можна сформулювати вимоги до давача тиску: побудований на основі повномостової вимірювальної схеми (рис. 1г), або напівмостової (рис. 1в), тензорезистор металевий наклеюваний з опором 350 Ом, середньої чутливості, невеликих розмірів.