

Spis treści

Część I

Przedmowa	5
Spis ważniejszych oznaczeń	8
1. Wstęp	10
1.1 Definicja podstawowych pojęć	10
1.2 Równanie bilansu energii	11
1.3 Mierniki strumienia ciepła i zużycia energii cieplnej	13
2. Pomiar strumienia masy i strumienia objętości płynów za pomocą zwężek pomiarowych	14
2.1. Pomiar strumienia masy za pomocą kryz	20
2.1.1. Współczynnik przepływu C i liczba ekspansji ε_1	23
2.2 Pomiar strumienia objętości i masy płynów za pomocą dysz	27
2.3 Pomiar strumienia masy za pomocą zwężek Venturiego	32
2.4 Dysze dźwiękowe (soniczne)	35
3. Wybór rodzaju zwężki pomiarowej	36
4. Prostownice przepływu	41
5. Połączenie zwężki z przetwornikiem pomiarowym	45
6. Ocena niepewności mierzonego strumienia masy płynu	48
7. Przykłady obliczeniowe	50
7.1. Przykład – Wyznaczanie strumienia objętości płynu za pomocą zwężki pomiarowej	50
7.2. Przykład – Obliczanie niepewności pomiaru strumienia masy za pomocą kryzy..	51
8. Ocena niepewności pomiaru	53
8.1 Obliczanie niepewności pomiarów bezpośrednich	53
8.2 Obliczanie niepewności pomiarów pośrednich	58
8.2.1 Obliczanie niepewności maksymalnych	61
8.2.2 Ocena niepewności pomiaru pośredniego bazująca na symulacji przypadkowych błędów pomiaru wielkości mierzonych bezpośrednio	63
8.2.3 Przykłady obliczania niepewności pomiarowych	64
Literatura	68
Załączniki	71
Załącznik Z1 Równanie bilansu masy i pędu	71
Z1.1 Równanie bilansu masy (równanie ciągłości)	72
Z1.2 Równanie bilansu pędu (równanie ruchu)	72
Załącznik Z2 Wyprowadzenie wzoru na liczbę ekspansji dla dysz i zwężek Venturiego	76
Załącznik Z3 Pomiar strumienia masy za pomocą dyszy zbieżnej (dyszy dźwiękowej)	80
Załącznik Z4 Zasady obliczania niepewności pomiarów i wyników obliczeń wg ASME w zastosowaniu do mierników strumienia ciepła	83

Część II

Wstęp	89
1. Pomiary przepływu masowego i energii cieplnej pary oraz wody z wykorzystaniem przeliczników przemysłowych	90
2. Uwagi praktyczne przy pomiarach przepływu i energii pary oraz wody	93
3. Przelicznik przepływu masowego i energii cieplnej FP-3000	98
3.1. Podział funkcjonalny przyrządu na układy pomiarowe	98
3.2. Rodzaje układów pomiarowych dostępnych w przeliczniku	101
3.3. Wejścia pomiarowe	106
3.4. Wielkości mierzone i wyliczane, wyświetlanie wyników	108
3.5. Rejestracja wyników i zdarzeń, rejestracja przekroczeń	111
3.6. Funkcje alarmowe i sterujące	113
3.7. Wyjścia do podłączenia elementów zewnętrznych	114
3.8. Współpraca z nadrzędnym systemem komputerowym	115
Sylwetki autorów	117