

Jerzy PAWLICKI, František SCHLOSSER

BADANIE WŁASNOŚCI MIESZANEK ASFALTOWYCH

Streszczenie. W artykule przedstawiono problematykę odkształcalności mieszanek asfaltowych pod wpływem wielokrotnych okresowo zmiennych obciążeń. Pomiary wykonano w warunkach laboratoryjnych metodą statyczną i dynamiczną w różnych temperaturach i różnych częstotliwościach siły wzbudzającej.

STUDY OF ASPHALT COMPOSITION CHARACTERISTICS

Summary. The problems connected with asphalt composition deformability under influence of multiple and periodically changing loads are presented in this paper. Measurements were made in laboratory environment with static and dynamic method.

1. WPROWADZENIE

Do badania własności mieszanek asfaltowych można zastosować próbę statyczną, która umożliwia określenie statycznego modułu pełzania, oraz próbę dynamiczną – za pomocą metody modułu zespolonego.

Statyczny moduł stanowi materiałową, zależną od czasu i temperatury, charakterystykę lepkosprężystego odkształcenia przy długotrwałym obciążeniu. Wyraża on związek, jaki zachodzi pomiędzy stałym naprężeniem i odkształceniem w danym czasie przy ustalonym przebiegu obciążenia (1000 s) i odciążenia (1000 s).

Moduł zespolony jest charakterystyką lepkosprężystego odkształcenia zależną od temperatury i czasu przy krótkotrwałym zmiennym obciążeniu. Przedstawia związek, jaki zachodzi pomiędzy maksymalnymi amplitudami naprężenia wzbudzającego i wywołanym przez to naprężenie odkształceniem przy ustalonych drganiach harmonicznym z uwzględnieniem przesunięcia fazowego (czasowego) między tymi wielkościami. Zmiana charakterystyk deformacji zależy szczególnie od wielkości, sposobu i szybkości obciążania w funkcji czasu. Schemat kształtu próbki użytej do ustalenia modułu zespolonego i zmęczenia oraz sposób obciążenia swobodnego końca w badaniu dynamicznym E' przedstawiono w [1, 2].

2. POMIARY I OCENA ZMIAN WŁASNOŚCI DEFORMACYJNYCH MIESZANEK

2.1. Wpływ temperatury na wartość modułu statycznego

Statyczny moduł pełzania określono na próbkach w kształcie trapezoidu w różnych temperaturach. Obliczenia wykonano korzystając z zależności [3]:

$$S_{i(t)} = \frac{6 \cdot P_1 \cdot a \cdot L^2}{C \cdot H_1^2 \cdot H_2 \cdot y_t} \text{ [MPa]}, \quad (1)$$

gdzie:

P_1 – siła [N],

L – wysokość próbki [mm],

a – odległość od osi próbki [mm],

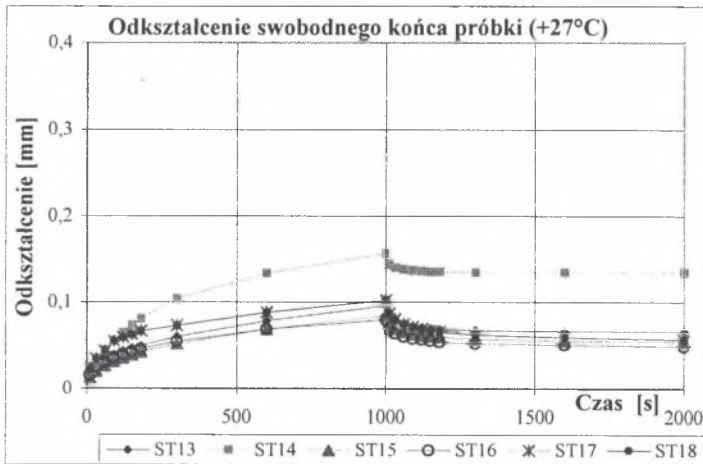
y_t – deformacja swobodnego końca próbki po obciążeniu 1000 s [mm],

C – grubość próbki [mm],

H_1, H_2 – wymiary trapezoidu [mm].

Wartości $S_i(t)$ zależą od temperatury i były sprawdzane przy obciążeniu wolnego końca (1000 s) i odciążeniu (1000 s). Pomierzone dane wyrażają wpływ temperatury na wynikowe parametry ocenianych mieszanek – wraz z narastającą wartością temperatury obniża się wynikowa wartość modułu statycznego.

Do oceny użyto mieszanek ABVH, dla której w temperaturze $+27^\circ\text{C}$ $S_i(t)$ wynosił 114,9 MPa. Rysunek 1 przedstawia przebieg deformacji swobodnego końca podczas dociążenia i odciążenia próbki w temperaturze $+27^\circ\text{C}$.



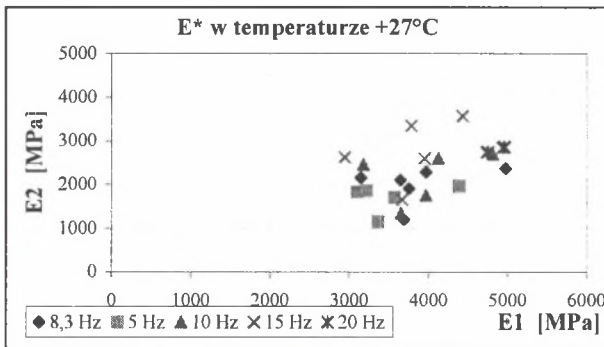
Rys. 1. Schemat odkształcenia próbki

Fig. 1. Schema of sample deformation

2.2. Obliczenie modułu zespolonego

Pomiary modułu zespolonego wykonano na próbkach w kształcie trapezoidu przy następujących warunkach:

- podstawowa (teoretyczna) odchyłka swobodnego końca wynosiła $\pm 0,1$ mm od pionowej osi trapezoidu,
- wartości odkształceń sprawdzano w temperaturze $+27^{\circ}\text{C}$ (oraz dodatkowo w temperaturze 0°C , $+11^{\circ}\text{C}$, $+40^{\circ}\text{C}$),
- podczas pomiaru zmieniała się częstotliwość siły wzbudzającej w zakresie 5Hz–25Hz, natomiast rzeczywiste wartości pomiarów ustalano na podstawie przesunięcia amplitud siły i odkształcenia. Wartości teoretyczne częstotliwości siły wzbudzającej odpowiadają na urządzeniu pomiarowym wartościom: 5,0, 8,33, 10,0, 15,0 Hz z możliwością uzupełnienia pomiarów o częstotliwości 20,0 i 25,0 Hz.



Rys. 2. Schemat zmierzonych wartości E^*
Fig. 2. Schema of measured values of E^*

Na rysunku 2 przedstawiono otrzymane z pomiarów przy obciążeniu dynamicznym wartości E^* w temperaturze $+27^{\circ}\text{C}$ oraz odkształceniu $y_0=0,1$ mm. Ocenę pomiarów wykonano zgodnie z metodyką KARES [4]. Przedmiotem badań było ustalenie wpływu zmiany częstotliwości obciążenia w stałej temperaturze na wartość E^* oraz przebieg zmian charakterystyk mieszanki w temperaturze $+27^{\circ}\text{C}$. Tablica 1 przedstawia przykład wyników obliczeń charakterystyk deformacji otrzymanych z wykorzystaniem zależności zawartych w [2, 3].

Tablica 1

Przykład oceny mieszanki

Mieszanka	T [°C]	Częstotliwość [Hz]	Moduł zespolony [MPa]			σ [kPa]	φ [°]	ε_0 [$1 \cdot 10^{-6}$]
			E_1	E_2	E^* (S)			
ABVH	27	5,0	3362,5	1643,7	3752,4	405,0	25,7	102,3
	27	8,3	3640,3	1922,2	4134,3	473,4	27,4	103,6
	27	10,0	3951,5	2091,7	4492,9	462,0	27,7	102,9
	27	15,0	3957,3	2748,5	4842,3	784,0	35,4	98,8
	27	20,0						

Źródło: [4]

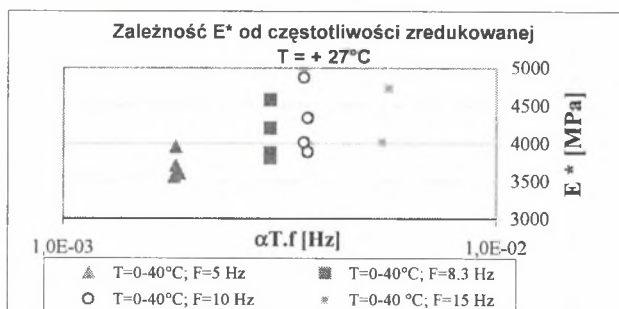
2.3. Uproszczona metoda oceny mieszanki

Do oceny mieszanki za pomocą głównych krzywych można, w zakresie częstotliwości 3 do 97 Hz, wykorzystać zależność:

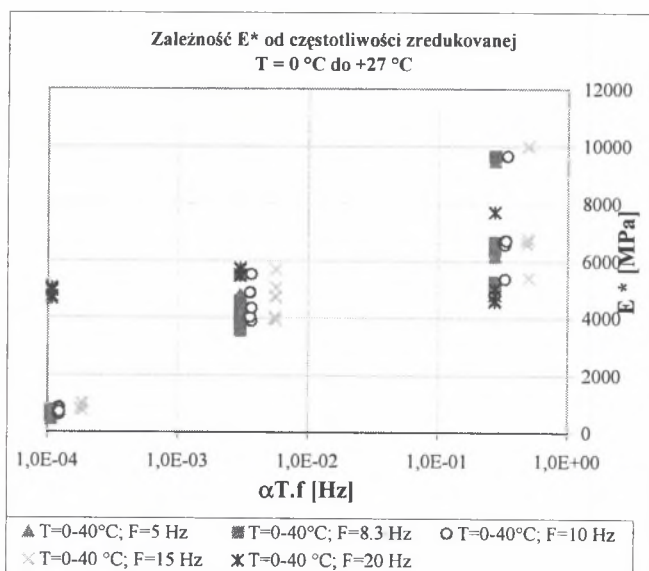
$$\alpha_{\tau} = \exp \frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_s} \right) \quad (2)$$

gdzie:

ΔH – pozorna energia aktywacji ($2 \cdot 10^5 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$),
 R – uniwersalna stała gazowa ($8,31434 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$),
 T, T_s – temperatura wyrażona w K.



Rys. 3. Zmiana modułu zespolonego w zależności od częstotliwości
 Fig 3. The complex modulus changing according to frequency



Rys. 4. Schemat krzywych badanej mieszanki
 Fig. 4. Schema of curves of examined compositions

Na rysunku 3 pokazano zmiany modułu zespolonego w stałej temperaturze (+27°C), przy różnych częstotliwościach siły wzbudzającej, natomiast rysunek 4 przedstawia dyskretnie wartości głównej krzywej dla pomiarów w temperaturach od 0°C do +27°C.

3. PODSUMOWANIE

Do najważniejszych czynników przy ocenie mieszanki za pomocą metody modułu zespolonego należy zaliczyć przede wszystkim:

- wpływ temperatury podczas wykonywania pomiarów,
- wielkość obciążenia harmonicznego,
- szybkość obciążania (częstotliwość siły harmoniczej),
- odkształcenie swobodnego końca y , które może być ustalone na podstawie obowiązującej normy.

Badania potwierdziły wynikające z poprzednich pomiarów następujące wnioski:

- Przesunięcie fazowe ulega zmianie przy różnych częstotliwościach i temperaturach; wpływ zmiany częstotliwości przy obciążaniu jest mniejszy w warunkach jednakowej temperatury badania niż przy różnych temperaturach badania próbki.
- Częstotliwość siły wzbudzającej powoduje zmianę modułu E^* , który jest istotnie zależny od pomiaru w określonej temperaturze. Przyrost sprężystego składnika modułu zespolonego (E_1) jest w badanych mieszankach wyższy niż przyrost części plastycznej (E_2); powoduje to nieregularność zmiany przesunięcia fazowego.
- Przebiegi głównej krzywej poszczególnych mieszanek umożliwiają porównanie wyników otrzymanych z pomiaru przy zmianie parametrów (wartość siły, prędkość działania, zmiana częstotliwości przy badaniu i inne) dla klasycznych mieszanek i dla warstw wykończeniowych.

Do oceny wygodnie jest użyć głównych krzywych, które pozwalają na opis zachowania się mieszanek w niskich i wysokich temperaturach przy wykonaniu mniejszej liczby pomiarów.

Literatura

1. Pawlicki J., Schlosser F.: Wpływ zmiennych obciążeń na wytrzymałość zmęczeniową i odkształcalność nawierzchni asfaltowej. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Transport, z. 41, Gliwice 2000, s. 201-208.
2. Pawlicki J., Schlosser F.: Badanie dynamiczne mieszanek asfaltowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Transport, z. 43, Gliwice 2001, s. 87-92.
3. Pawlicki J., Schlosser F.: Ocena własności deformacyjnych mieszanek asfaltowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, seria Transport, z. 46, Gliwice 2002, s. 205-210.
4. Schlosser F., Jachym J.: Overovanie deformačných vlastností väzkopružných materiálov. Seminár s medzinárodnou účasťou „Asfaltové vozovky – Q2003”, Žilinská univerzita, Žilina 29-30.04.2003, s. 103-109.

Abstract

Way of measurement and calculation some of characteristics of asphalt composition deformation are presented in this paper. This components, which have got viscoelastic material features, have been examined with static and dynamic methods. With dynamic examination the E^* complex module has been defined. The complex module method has been used to composition fatigue estimation.