

Anna CHOMICZ*

Politechnika Świętokrzyska, Kielce

OCENA PRZYDATNOŚCI ASFALTÓW DO SPIENIANIA

Streszczenie. W opracowaniu przedstawiono wyniki badań przydatności stosowanych w Polsce asfaltów drogowych do technologii spienienia. Badaniu poddano cztery rodzaje asfaltów drogowych, dwa asfalty produkowane przez firmę Nynas: 50/70 i Nyfoam 80 oraz asfalt 50/70 z Płocka i asfalt 160/220 z Trzebinii. Referat zawiera wyniki badań oraz ich analizę. Ocenie poddano dwa parametry: współczynnik spienienia oraz czas połowicznego rozpadu, na podstawie których określono przydatność asfaltów do technologii spienienia. Najlepsze parametry uzyskano dla asfaltu Nyfoam 80.

ASSESSMENT OF USEFULNESS OF BITUMEN TO FOAMING

Summary. The paper presents the investigation results of usefulness of road asphalts used in Poland for the foaming technology. The tests were performed on four kinds of bitumen: two produced by the Nynas company: 50/70 and Nyfoam 80, and 50/70 from Płock and 160/220 from Trzebinia. The paper presents the investigation results and their analysis. Two parameters have been assessed: expansion and half - life coefficient, on the basis of which the usefulness of bitumen for the foaming technology has been determined. The best performance has been obtained for Nyfoam 80.

1. Wstęp

Od dawna asfalt stosowany jest pod różnymi postaciami jako lepiszcze do wytwarzania materiałów konstrukcyjnych nawierzchni drogowych. Wykonywane są badania nad nowymi formami asfaltu jako lepiszcza do produkcji materiałów drogowych. Jedną z nich jest asfalt spieniony, wytwarzany na bazie asfaltu z dodatkiem wody w ilości 2 % do 4 %.

* Opiekun naukowy: Dr hab. inż. Marek Iwański, prof. Politechniki Świętokrzyskiej

Badania w zakresie technologii spienienia asfaltu rozpoczął prof. L. Csanyi z Uniwersytetu Stanowego Iowa w 1956 r. Istotne znaczenie w rozwoju tej technologii miały również badania prof. K.J. Jenkinsa z Uniwersytetu Stellenbosza w RPA [2]. Opracował on technologiczne zasady wymagań, dotyczące właściwości asfaltu spienionego i wykonawstwa podbudów z tym lepiszczem, które opublikowano w połowie 2002 roku w raporcie nazywanym „TG2” (Interim Technical Guideline: The Design and Use of Foamed Bitumen Treated Materials) [3, 6].

W technologii asfaltu spienionego zimna woda łączona jest z gorącym asfaltem, co pozwala uzyskać płynne lepiszcze asfaltowe. W wyniku eksplozywnego oddziaływania pary wodnej powstaje piana, w której asfalt występuje w postaci ultracienkiej warstwy o grubości kilku μm . W takiej postaci zapewnia prawidłowe obtoczenie ziaren kruszywa asfaltem, co wpływa na poprawę właściwości wytwarzanego materiału. Asfalt spieniony posiada zalety, umożliwiające wykorzystywanie go w technologiach recyklingu na zimno. Dzięki minimalnej zawartości wody w asfalcie spienionym następuje szybkie uzyskanie wymaganych parametrów fizykomechanicznych przez wbudowywany materiał (podbudowę), co powoduje skrócenie okresu jej pielęgnacji. Spoiwo stosowane w tej technologii (cement, wapno hydratyzowane, popioły lotne) stanowi głównie uzupełnienie drobnej frakcji poniżej 0,075 mm.

Asfalt spieniony uzyskuje się po wprowadzeniu do gorącego lepiszcza o temperaturze około 170°C – 180°C małej ilości wody o temperaturze 20°C . Optymalne spienienie uzyskuje się przy dodaniu do asfaltu wody w ilości od 2 % do 4 % pod ciśnieniem 0,5 MPa.

Celem optymalizacji właściwości asfaltu spienionego jest określenie wymaganej zawartości wody, przy której uzyska się najlepsze właściwości wytwarzanej piany [1].

Do najważniejszych parametrów charakteryzujących właściwości asfaltu spienionego zaliczamy wskaźnik ekspansji (WE), okres półtrwania ($t_{1/2}$) i współczynnik spienienia (WS).

Wskaźnik ekspansji określany jest jako stosunek maksymalnej objętości asfaltu po spienieniu do objętości przed spienieniem. Im wartość jego jest większa, tym jakość spienienia asfaltu wzrasta, a materiał konstrukcyjny uzyskuje lepsze właściwości fizykomechaniczne.

Okres półtrwania (czas połowicznego rozpadu) asfaltu spienionego charakteryzowany jest przez różnicę między czasem, w którym asfalt uzyskuje maksymalne spienienie a czasem, w którym utrzymuje się jeszcze połowa maksymalnej jego ekspansji. Im okres ten jest dłuższy, tym asfalt spieniony jest bardziej przydatny do wykonawstwa.

Współczynnik spienienia charakteryzowany jest przez powierzchnię pomiędzy linią wykresu ekspansji asfaltu spienionego a linią okresu jego półtrwania - określa on stabilność asfaltu spienionego. Im jego wartość jest większa, tym przydatność lepiszcza jest lepsza.

Analizując charakterystykę ekspansji asfaltu oraz czas jego połowicznego rozpadu, określa się optymalną ilość wody w celu uzyskania prawidłowego spienienia asfaltu. Do wykonawstwa podbudowy w technologii recyklingu na zimno należy dobrać taki rodzaj asfaltu, który będzie charakteryzował się jak największą ekspansją przy jednocześnie jak najdłuższym okresie jej półtrwania. W celu określenia jakości asfaltu spienionego w warunkach laboratoryjnych i możliwości wykorzystania go do opracowywania składu ramowego materiału podbudowy firma Wirtgen skonstruowała specjalne urządzenie laboratoryjne WLB 10 [4, 5].

2. Badania asfaltów stosowanych w Polsce do technologii spienienia

W drogownictwie światowym w technologii spienienia stosowane są asfalty o różnej penetracji. Ważnym elementem związanym z wdrożeniem tej technologii w naszym kraju jest rozpoznanie przydatności asfaltów stosowanych w polskim drogownictwie. Wybierając asfalty do badań, szczególną uwagę zwrócono na późniejszą możliwość technologicznego ich wykorzystania do prac remontowych na drodze.

Do badania spienienia wytypowano cztery rodzaje asfaltów drogowych:

- asfalt 50/70 z Płocka (50/70P),
- asfalt 50/70 Nynas (50/70N),
- asfalt 160/220 z Trzebini (160/220T),
- asfalt Nyfoam 80.

Asfalt Nyfoam 80 jest specjalnym asfaltem przeznaczonym do technologii spienienia, natomiast pozostałe są zwykłymi asfaltami łożyskowymi.

Badania przydatności asfaltów podzielono na dwa etapy. W pierwszym określono podstawowe ich właściwości, w drugim zaś parametry spienienia związane z dozowaniem ilości wody oraz czasu wytwarzania asfaltu spienionego. W celu ustalenia optymalnych charakterystyk spienienia wodę dozowano w ilości od 1,5 % do 4,0 % w stosunku do ilości asfaltu, zwiększając jej ilość co 0,5 %. W celu prawidłowego określenia parametrów spienienia asfaltu wykonywano czterokrotnie ich oznaczenia przy danej zawartości wody w asfalcie. Podstawowe właściwości asfaltów określone podczas pierwszego etapu badań zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Podstawowe właściwości asfaltów

Lp.	Parametr	Rodzaj asfaltu				Metodyka badań
		50/70P	160/220T	50/70N	Nyfoam 80	
1.	Penetracja w 25 ^o C, 0,1mm	62	196	68	81	PN-EN 1426
2.	Temperatura mięknięcia, ^o C	52,5	41,5	50,5	45,9	PN-EN 1427
3.	Zawartość parafiny, %	< 2,2	< 2,2	< 0,5	< 0,5	PN-EN12606-1
4.	Temperatura łamliwości, ^o C	- 10,5	- 16,5	- 9,5	- 12,5	PN-EN 12593

* - oznaczenie producenta

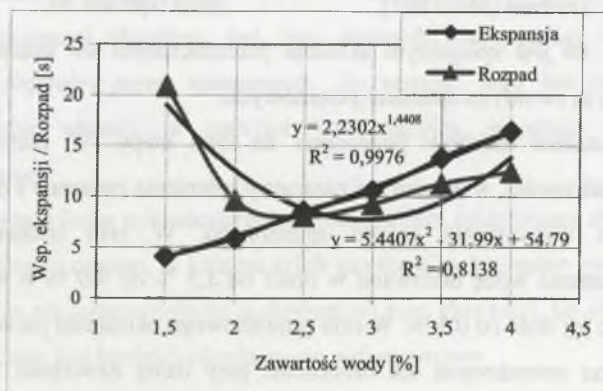
Trudno jest ocenić przydatność asfaltu do technologii spienienia na podstawie jego standardowych właściwości. Podstawowym kryterium przydatności asfaltu do tej technologii jest możliwość wytwarzania przez niego piany o wymaganych parametrach jakościowych. W czasie badań oceniano dwa podstawowe parametry asfaltu spienionego: współczynnik ekspansji (WE) oraz czas połowicznego rozpadu piany asfaltowej ($t_{1/2}$).

Wyniki badań asfaltów ocenianych podczas procesu spienienia zestawiono w tabeli 2 oraz graficznie przedstawiono na rysunkach 1-4.

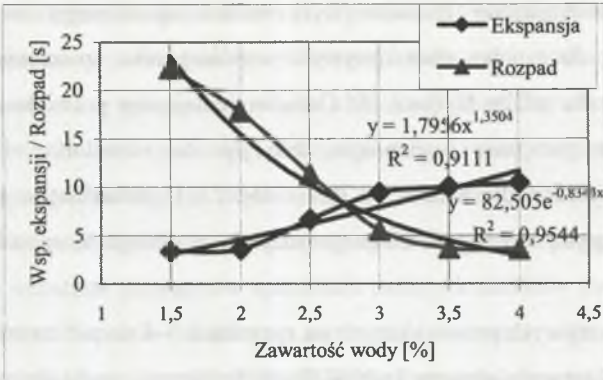
Tabela 2

Właściwości asfaltu spienionego

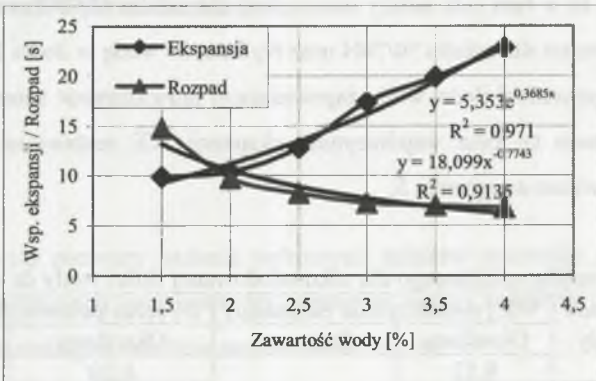
Zawartość wody [%]	Rodzaj asfaltu							
	50/70P		160/220T		50/70N		Nyfoam 80	
	WE	$t_{1/2}$ [s]	WE	$t_{1/2}$ [s]	WE	$t_{1/2}$ [s]	WE	$t_{1/2}$ [s]
1,5	4,08	20,88	3,38	22,29	9,86	14,77	13,68	20,33
2,0	5,88	9,63	3,57	17,85	10,38	9,74	14,78	14,38
2,5	8,52	8,10	6,67	11,39	12,77	8,27	15,85	10,85
3,0	10,56	9,27	9,42	5,54	17,36	7,23	17,95	8,95
3,5	13,86	11,22	10,03	3,70	19,87	7,01	21,18	8,34
4,0	16,48	12,43	10,42	3,57	22,81	6,78	24,68	7,68



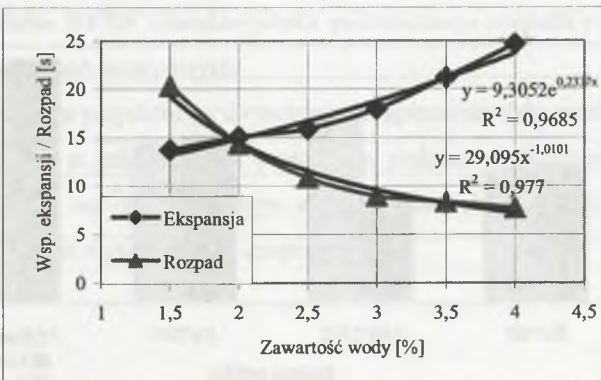
Rys. 1. Charakterystyki asfaltu spienionego 50/70 Płock
Fig. 1. Characteristics of foamed bitumen 50/70 from Płock



Rys. 2. Charakterystyki asfaltu spienionego 160/220 Trzebinia
 Fig. 2. Characteristics of foamed bitumen 160/220 from Trzebinia



Rys. 3. Charakterystyki asfaltu spienionego 50/70 Nynas
 Fig. 3. Characteristics of foamed bitumen 50/70 from Nynas



Rys. 4. Charakterystyki asfaltu spienionego Nyfoam 80
 Fig. 4. Characteristics of foamed bitumen Nyfoam 80

Analizując przedstawione charakterystyki asfaltu spienionego na rysunkach 1-4, stwierdzić można, że typowe charakterystyki współczynnika spienienia i połowicznego rozpadu uzyskano dla asfaltu Nyfoam 80. Odzwierciedlają one prawidłowe zachowanie się asfaltu poddanego procesowi spienienia, tak jak to określono w TG2. Zbliżone charakterystyki uzyskano dla asfaltu 50/70N i 160/220T, natomiast w przypadku asfaltu 50/70P charakterystyka czasu połowicznego rozpadu przebiega w sposób odbiegający od wymagań.

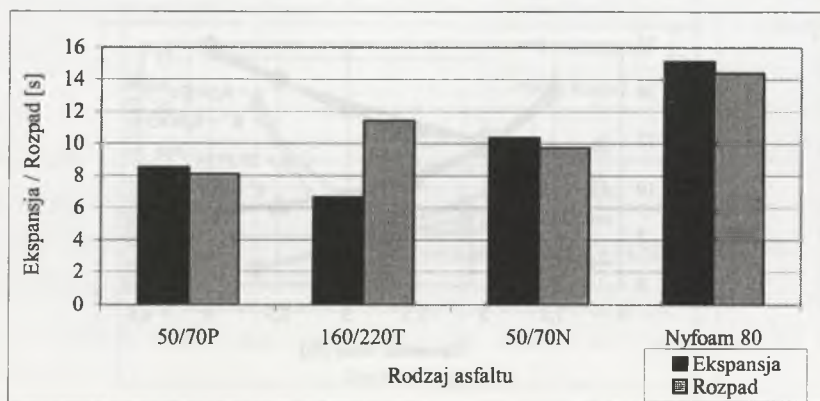
Na podstawie krzywych przedstawionych na rysunkach 1-4 ocenić można także stabilność piany asfaltowej, która uzależniona jest od ilości dodawanej wody do asfaltu. Optymalna zawartość wody gwarantująca stabilność piany asfaltowej odpowiada przecięciu się krzywej współczynnika spienienia oraz czasu połowicznego rozpadu. Analiza charakterystyk pozwoliła określić, że w tym celu należy zastosować dla asfaltu 50/70P oraz 160/220T wodę w ilości 2,5%, natomiast dla asfaltu 50/70N oraz Nyfoam 80 wodę w ilości 2,0%.

Dla ustalonej optymalnej ilości wody zapewniającej prawidłowość spienienia asfaltu czas połowicznego rozpadu $t_{1/2}$ oraz współczynnik ekspansji WE zestawiono w tabeli 3 oraz graficznie przedstawiono na rysunku 5.

Tabela 3

Parametry asfaltu spienionego dla rekomendowanej ilości wody do spienienia

Rodzaj asfaltu	Zawartość wody	WE (współczynnik ekspansji)		$t_{1/2}$ (czas połowicznego rozpadu) [s]	
		Określony	Zalecany	Określony	Zalecany
50/70P	2,5	8,52	15 - 20	8,10	10 - 15
160/220T	2,5	6,67		11,39	
50/70N	2,0	10,38		9,74	
Nyfoam	2,0	15,08		14,38	



Rys. 5. Charakterystyki asfaltu spienionego dla rekomendowanej zawartości w nim wody

Fig. 5. Characteristics of foamed bitumen for the recommended water content

Na podstawie praktycznych doświadczeń [2, 3] można stwierdzić, że w celu zapewnienia prawidłowego procesu wytwarzania recyklowanej mieszanki podbudowy konstrukcji nawierzchni drogowej asfalt spieniony powinien charakteryzować się wskaźnikiem ekspansji w granicach od 15 do 20 oraz czasem połowicznego rozpadu piany w przedziale od 10 s do 15 s. W takim przypadku będzie zapewnione prawidłowe obtoczenie asfaltem ziaren mieszanki mineralnej podbudowy, a tym samym zagwarantowana wymagana jej jakość. Na podstawie analizy oznaczeń parametrów spienienia badanych asfaltów stwierdzić można, że jedynie asfalt Nyfoam 80 spełnia stawiane mu wymagania, natomiast zbliżonymi parametrami do wymaganych charakteryzuje się asfalt 50/70N. Pozostałe dwa asfalty, zwłaszcza w zakresie ekspansji, odbiegają od zaleceń. W związku z tym zastosowanie asfaltu Nyfoam 80 podczas recyklingu głębokiego na zimno powinno gwarantować uzyskanie podbudowy o wysokich parametrach fizykomechanicznych.

3. Wnioski

Wykonane po raz pierwszy badania wybranych asfaltów pozwoliły dokonać oceny ich przydatności do technologii spienienia. Na podstawie analizy wyników wykonanych badań spienienia czterech rodzajów asfaltów można stwierdzić, że:

- najlepsze parametry współczynnika spienienia oraz połowicznego rozpadu uzyskano dla asfaltu Nyfoam 80,
- zbliżone parametry spienienia zaobserwowano dla asfaltu 50/70N i 160/220T,
- w przypadku asfaltu 50/70P charakterystyka połowicznego rozpadu przebiega w sposób odbiegający od wymagań wzorcowych.

Wytypowanie asfaltu przydatnego do technologii spienienia dało możliwość rozpoczęcia badań laboratoryjnych w zakresie jego stosowania podczas wykonywania podbudowy w technologii recyklingu na zimno, i tym samym zaistniała możliwość wdrożenia tej technologii do krajowego wykonawstwa drogowego.

LITERATURA

1. Iwański M.: Podbudowy z asfaltem spienionym. *Drogownictwo* 3, 2006, s. 97-106.
2. Jenkins K.J.: Mix Design Consideration for Cold and Half-warm Bituminous Mixes with emphasis on Foamed Bitumen. PhD Dissertation, University of Stellenbosch, South Africa 2000.
3. Jenkins K.J., Collings D.C, Thesey H.L., Long F.M.: Interim Technical Guideline: Design and Use of Foamed Bitumen Treated Materials. Edited by Les Sampson of Asphalt Academy. ISBN 0-7988-7743-6. Asphalt Academy, Pretoria, South Africa 2003.
4. Bitумы пенисте - инновациyjne spoiwo do budowy dróg. Wirtgen, Polska 2005.
5. Instrukcja obsługi WLB 10. Wirtgen, Niemcy 2004
6. Wirtgen Cold Recycling Manual. Wirtgen GmbH. Windhagen, Germany 2004.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Jerzy Piłat