

Ocena trwałości mieszanek mineralno-asfaltowych stosowanych do izolacji i nawierzchni obiektów mostowych

**Michał Sarnowski¹, Piotr Radziszewski², Jerzy Pilat³, Karol J. Kowalski⁴,
Jan B. Król⁵**

^{1,2,3,4,5} Zespół Technologii Materiałów i Nawierzchni Drogowych, Instytut Dróg i Mostów, Wydział Inżynierii Lądowej, Politechnika Warszawska, e-mail: ¹m.sarnowski@il.pw.edu.pl, ²p.radziszewski@il.pw.edu.pl, ³j.pilat@il.pw.edu.pl, ⁴k.kowalski@il.pw.edu.pl, ⁵j.krol@il.pw.edu.pl

Streszczenie: Trwałość nawierzchni mostowej zależy od dwóch podstawowych czynników: obciążenia od ruchu pojazdów samochodowych oraz od czynników klimatycznych. W warunkach klimatu środkowo-europejskiego na nawierzchnie mostowe działają, poza oddziaływaniem ruchu, niska temperatura, woda oraz środki odladzające. Na obiektach mostowych możliwe jest wykonywanie nawierzchni w technologii asfaltowej lub z betonu cementowego. Na pomostach obiektów mostowych w Polsce i w Europie powszechnie stosuje się nawierzchnie asfaltowe, które składają się warstwy ochronnej i warstwy ścieralnej. Nawierzchnie układa się na warstwie izolacji po uprzednim zagruntowaniu podłoża. Zarówno do warstw nawierzchni, jak i do izolacji mostowych stosowane są mieszanki mineralno-asfaltowe, które mogą utracić swoje właściwości w wyniku procesów starzenia oraz destrukcyjnego oddziaływania wody. W referacie przedstawiono wyniki badań właściwości funkcjonalnych mieszanek mineralno-asfaltowych stosowanych do warstw nawierzchni i izolacji mostowych, które zostały poddane procesom starzenia krótkoterminowego (STOA), długoterminowego (LTOA) oraz dodatkowo, starzenia w wysokiej temperaturze technologicznej.

Słowa kluczowe: obiekty mostowe, trwałość, nawierzchnia, izolacja, mieszanka mineralno-asfaltowa

1. Wprowadzenie

Nawierzchnia jest elementem mostu decydującym w dużej mierze o trwałości obiektu inżynierskiego. Nawierzchnia mostowa pracuje ona w bardzo specyficznych warunkach obciążenia, poddawana jest obciążeniom od ruchu pojazdów i czynników klimatycznych.

Prawidłowo zaprojektowana i wykonana nawierzchnia mostowa powinna [1]:

- rozkładać obciążenia na pomost,
- tłumić efekty dynamiczne obciążeń od ruchu pojazdów,
- mieć dobrą przyczepność do podłoża,
- przejmować odkształcenia płyty pomostu wywołane zmianami temperatury w przedziale od -30 do +60°C oraz działaniem obciążeń,
- być równa i szorstka,
- być odporna na ścieranie, spękania niskotemperaturowe i zmęczeniowe oraz na powstawanie kolein; zaleca się stosowanie np. lepszczy modyfikowanych polimerami, rozdrobnioną gumą lub polimerami i kwasem polifosforowym [2].

Do zadań nawierzchni na obiekcie inżynierskim należy, oprócz zapewnienia dogodnych i bezpiecznych warunków poruszania się pojazdów, również ochrona pomostu przed

działaniem wody i środków odladzających. W Polsce i w Europie powszechnie stosuje się nawierzchnie asfaltowe. Technologia wykonywania nawierzchni na obiektach mostowych z betonów cementowych nie znalazła uznania w Europie. Nawierzchnie mostowe betonowe są powszechnie stosowanym rozwiązaniem materiałowo-technologicznym w USA a nawierzchnie asfaltowe są rozwiązaniem rzadko stosowanym. Za jedną z przyczyn unikania asfaltowych nawierzchni mostowych w USA podaje się możliwość przenikania wody przez standardowe warstwy z mieszanek mineralno-asfaltowych, które na mostach nie powinny być zagęszczane wibracyjnie [3, 4].

Stosowane w Europie rozwiązania polegają na wykonaniu na uprzednio zagruntowanym pomoście warstwy izolacji a następnie na ułożeniu nawierzchni, która składa się z warstwy ochronnej i warstwy ścieralnej. Nawierzchnia wraz z izolacją tworzą układ warstw obiektu inżynierskiego o odpowiedniej trwałości.

Izolacje mostowe powinny charakteryzować się następującymi właściwościami:

- wodoszczelnością oraz odpornością na działanie wody pod ciśnieniem,
- dobrą przyczepnością do podłoża i do nawierzchni układanej na izolacji,
- odpowiednią wytrzymałością w szerokim zakresie temperatur od -30 do $+70^{\circ}\text{C}$,
- elastycznością,
- odpornością cieplną,
- wysoką trwałością i odpornością na starzenie (odporność na zmiany właściwości fizycznych i mechanicznych w czasie),
- łatwością stosowania,
- możliwością ułożenia nawierzchni bezpośrednio na izolacji.

Jak wykazują badania prowadzone na świecie [5] jedną z głównych przyczyn obniżenia trwałości nawierzchni mostowych jest brak odpowiedniego połączenia płyty pomostu z nawierzchnią. Zniszczenia nawierzchni i izolacji związane są również z występowaniem odkształceń trwałych, zjawiskiem spękań niskotemperaturowych i zmęczeniowych oraz z brakiem odporności nawierzchni na działanie wody i mrozu. Zjawiska te, szczególnie widoczne na ortotropowych płytach stalowych, mogą być spowodowane brakiem odporności mieszanek mineralno-asfaltowych na starzenie technologiczne – krótkoterminowe i/lub eksploatacyjne - długoterminowe.

2. Ocena wpływu starzenia technologicznego i eksploatacyjnego na właściwości funkcjonalne MMA do izolacji i nawierzchni mostowych

Oddziaływanie wysokiej temperatury podczas procesów technologicznych może powodować zmianę właściwości lepkości w wyniku starzenia technologicznego a tym samym, zmianę właściwości lepkosprężystych mieszanek mineralno-asfaltowych do warstw izolacji i nawierzchni mostowej. W okresie eksploatacji obiektu mostowego, mieszanki mineralno-asfaltowe do warstwy ochronnej i ścieralnej podlegają intensywnym procesom starzenia długoterminowego (eksploatacyjnego) [3].

W celu określenia wpływu starzenia krótkoterminowego i długoterminowego na właściwości funkcjonalne izolacji i nawierzchni mostowej przeprowadzono badania wybranych mieszanek mineralno-asfaltowych do ruchu ciężkiego KR3-KR6. Ocenie poddano izolacje z asfaltu lanego (MA), mastyksu tradycyjnego oraz z mastyksu o zwiększonej zawartości frakcji grysowej (SMA-MA). Do warstw nawierzchni ochronnej i ścieralnej zaprojektowano mieszanki mineralno-asfaltowe typu asfalt lany (MA), mastyks grysowy (SMA), beton asfaltowy (AC) i mastyks wysokogrysowy (SMA-MA).

Mastyks wysokogrysowy SMA-MA jest nowym rodzajem mieszanki mineralno-asfaltowej przeznaczonej do warstwy izolacji i warstwy ochronnej. Mieszanka ta stanowi twórcze połączenie trzech technologii: tradycyjnego mastyksu izolacyjnego, asfaltu lanego MA z dużą zawartością frakcji grysowej, tworzącej nośny szkielet mineralny, na wzór mastyksu grysowego SMA. W efekcie, mastyks wysokogrysowy SMA-MA charakteryzuje się rozbudowanym szkieletem grysowym (zblizonym do SMA), zwiększoną zawartością frakcji piaskowej (jak w asfalcie lanym) oraz wysoką zawartością lepiszcza - około 8,5-9% m/m (jak w mastyksie izolacyjnym). Taki skład mieszanki powoduje jej dużą szczelność (zawartość wolnych przestrzeni około 0,5-0,8% m/m) oraz odporność na deformacje trwałe.

Podstawowe właściwości zaprojektowanych mieszanek przedstawiono w Tab. 1.

Tabela 1. Właściwości mieszanek mineralno-asfaltowych do izolacji i nawierzchni mostowych

Rodzaj MMA	Rodzaj warstwy	Kategoria ruchu wg WT-2:2010	Zawartość lepiszcza asfaltowego [%] (m/m)	Zawartość wolnych przestrzeni V_m [%] (v/v)	Rodzaj lepiszcza asfaltowego
MA 8	izolacja	KR3-6	8,0	-	PmB 25/55-60 20/30 35/50 + 2% asf. naturalny
Mastyks (tradycyjny)	izolacja	-	13,0	-	PmB 45/80-55 35/50
SMA-MA 5	izolacja/ochronna	-	9,0	0,7	PmB 45/80-55 Lepiszcz gum.-asf. 35/50 + 2% asf. naturalny
SMA-MA 8	izolacja/ochronna	-	9,0	0,7	PmB 45/80-55 Lepiszcz gum.-asf.
MA 11	ochronna/ścieralna	KR3-6	7,5	-	PmB 45/80-55 35/50 35/50 + 2% asf. naturalny
SMA 8	ochronna/ścieralna	-	7,0	2,6	PmB 45/80-55
AC 11	ochronna ścieralna	KR3-6	5,4	2,1	PmB 45/80-55 PmB 25/55-60

Do każdej z mieszanek mineralno-asfaltowych, w zależności od ich rodzaju i przeznaczenia (izolacja, warstwa ochronna/ścieralna), dobrano indywidualnie lepiszcze. Oprócz twardych asfaltów niemodyfikowanych stosowanych do asfaltu lanego i mastyksu wybrano również polimeroasfalty, których właściwości w wyniku procesów starzenia, szczególnie w temperaturze powyżej 200°C, mogą ulegać zmianom. Do asfaltu lanego oraz mastyksu wysokogrysowego SMA-MA zastosowano ponadto dwa nowe rodzaje lepiszczy, tj. asfalt drogowy 35/50 modyfikowany 2% (m/m) asfaltu naturalnego Trinidad oraz lepiszcze z dodatkiem rozdrobnionej gumy ze zużytych opon samochodowych. Dodatek asfaltu naturalnego Trinidad do asfaltu powoduje wzrost lepkości i zmniejszenie penetracji asfaltów wyjściowych a także poprawę adhezji asfaltu do kruszywa [6, 7]. Zalecany jest przede wszystkim do wytwarzania asfaltów lanych przeznaczonych do warstw ściernalnych, ochronnych i izolacji obiektów mostowych silnie obciążonych ruchem. Szczególnie korzystne jest oddziaływanie dodatku asfaltu Trinidad na urabialność i zagęszczalność mieszanek mineralno-asfaltowych. Uzyskuje się ponadto wyraźne podwyższenie odporności na odkształcenia trwałe warstw nawierzchni wykonanych z tym dodatkiem [8]. Lepiszcz gumowo-asfaltowe o zawartości rozdrobnionej gumy min. 15% (m/m), o uziarnieniu do 1,0 mm zostało wyprodukowane w technologii „na mokro” a jego penetracja wynosi około 50-70 [$\cdot 0,1$ mm]. Asfalty modyfikowane gumą charakteryzują się wysoką odpornością na

starzenie i dobrą przyczepnością do kruszywa a mieszanki mineralno-asfaltowe z takimi lepiszczami charakteryzują się dużą trwałością zmęczeniową, odpornością na spękania niskotemperaturowe, odpornością na odkształcenia w wysokiej temperaturze, co w przypadku nawierzchni mostowych jest szczególnie ważne.

2.1. Metodyka badań mieszank mineralno-asfaltowych

W celu określenia odporności na wysokie temperatury przy wytwarzaniu, transporcie i układaniu mieszank mineralno-asfaltowych, luźną mieszankę poddano symulacji starzenia krótkoterminowego metodą STOA (Short Term Oven Aging) w warunkach laboratoryjnych wg Załącznika 2 do projektu WT-2:2013 [9]. W przypadku asfaltu lanego (MA) i mastyksu tradycyjnego (M) mieszankę wygrzewano w temperaturze 180°C przez 3 godziny, w warstwie około 25-50 mm a w przypadku betonu asfaltowego (AC), mastyksu grysowego (SMA) oraz mastyksu wysokogrysowego (SMA-MA) mieszankę wygrzewano w temperaturze 135°C przez 2 godziny a następnie w temperaturze zagęszczania (zgodną z WT-2) przez kolejną godzinę, również w warstwie około 25-50 mm. Łączny czas wygrzewania wyniósł 3 godziny. Po procesie wygrzewania zaformowano próbki sześciennie 70×70 mm oraz próbki cylindryczne Marshalla Ø 100 mm, zgodnie z PN-EN 12697-20. Zaformowane próbki mieszanki po starzeniu STOA poddano następnie symulacji starzenia długoterminowego LTOA (Long Term Oven Aging) w warunkach laboratoryjnych. Metodę starzenia LTOA opisano w pracy [10]. Zagęszczone próbki mieszanki mineralno-asfaltowej wygrzewano w temperaturze 85°C w suszarce z wentylacją (z obiegiem powietrza) przez 5 dni (5 × 24 godziny). W przypadku mieszank typu asfalt lany i mastyks tradycyjny do warstw izolacji, które charakteryzują się wysoką trwałością, przeprowadzono jedynie symulację starzenia krótkoterminowego.

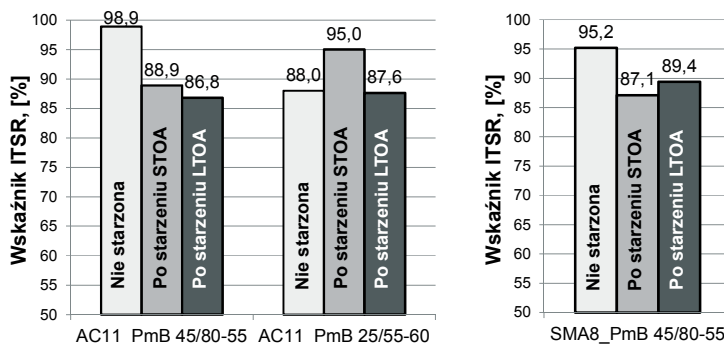
W celu pełnej oceny wpływu procesów starzeniowych na mieszanki mineralno-asfaltowe do warstw izolacji i nawierzchni mostowych, oprócz symulacji starzenia MMA standardowymi metodami (STOA i LTOA), na oddzielnych próbkach przeprowadzono również symulację starzenia technologicznego według niestandardowej procedury. Luźne mieszanki mineralno-asfaltowe poddano starzeniu w wysokiej temperaturze 200, 250 i 300°C, w warstwie około 50 mm przez 1 godzinę.

Próbki mieszank mineralno-asfaltowych po procesach starzenia poddano następnie badaniom właściwości funkcjonalnych określając:

- odporność na działanie wody i mrozu w temperaturze 25°C (wskaźnik ITRSR), wg PN-EN 12697-12 i PN-EN 12697-23, wg Załącznika 1 do WT-2: 2010 [11],
- moduł sztywności IT-CY w rozciąganiu pośrednim, wg PN-EN 12697-26,
- zawartość wolnej przestrzeni w próbkach do badania wskaźnika ITRSR (zagęszczanych w ubijaku Marshalla 35 razy na każdą stronę próbki) w funkcji starzenia, wg PN-EN 12697-8.

2.2. Analiza wyników badań mieszank mineralno-asfaltowych po starzeniu STOA i LTOA

Zaprojektowane mieszanki mineralno-asfaltowe do warstw nawierzchni mostowych, po starzeniu STOA i LTOA, poddano badaniom odporności na działanie wody i mrozu, określając zmianę wskaźnika ITRSR (rys. 1.).



Rys. 1. Wskaźnik ITSR w funkcji starzenia STOA i LTOA betonu asfaltowego AC 11 i mastyksu grysowego SMA 8 stosowanych do warstwy ścieralnej/ochronnej

Na podstawie analizy wyników badania wskaźnika ITSR betonu asfaltowego AC 11 i mastyksu grysowego SMA 8 do warstw nawierzchni mostowej, można stwierdzić, że:

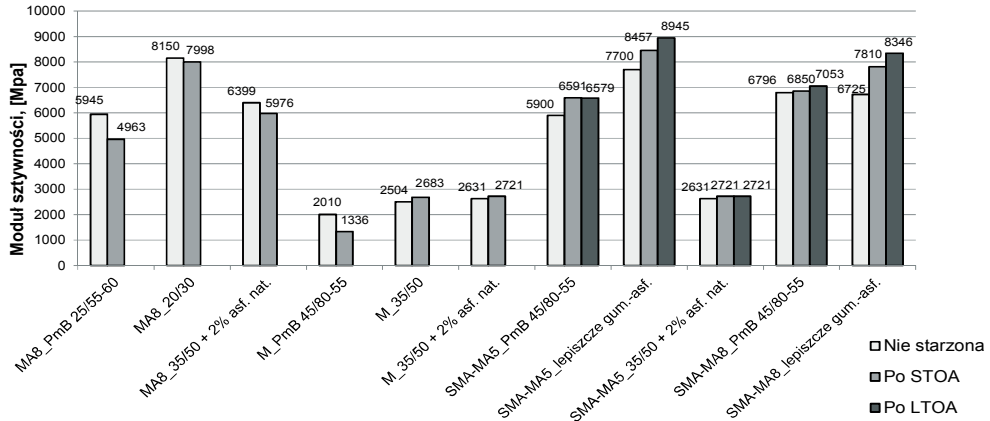
- mieszanka wyjściowa AC 11 z lepiszczem PmB 45/80-55 charakteryzuje się bardzo wysoką wartością wskaźnika, około 99% i spełnia wymagania WT-2: 2010;
- w wyniku starzenia krótkoterminowego STOA mieszanki AC z polimeroasfaltem PmB 45/80-55 następuje znaczne obniżenie wskaźnika ITSR (o 10%) a następnie dalsze niewielkie obniżenie po starzeniu długoterminowym LTOA;
- beton asfaltowy nie starzony z polimeroasfaltem PmB 25/55-60 charakteryzuje się wartością wskaźnika ITSR nieznacznie poniżej wymaganej wartości 90%, jednak po starzeniu STOA ma wysoką wartość ITSR = 95%. Zjawisko zwiększenia odporności na działanie wody i mrozu mieszanki po starzeniu STOA może być spowodowane kontynuacją reakcji polimeru z asfaltem w temperaturze starzenia krótkoterminowego, wynoszącej około 135°C;
- mastyks grysowy SMA nie starzony z polimeroasfaltem PmB 45/80-55 charakteryzuje się wysoką wartością wskaźnika ITSR, powyżej wymaganych 90%;
- w wyniku starzenia STOA i LTOA następuje obniżenie wskaźnika (o około 7%).

Należy zauważyć, że wg nowego projektu Wymagań Technicznych WT-2 z 2013 roku minimalna wartość wskaźnika ITSR mieszanek typu AC S i SMA, kategorii ruchu KR5-KR7 została obniżona do 85%. Zgodnie z powyższym kryterium zaprojektowane mieszanki AC i SMA są odporne na starzenie technologiczne i eksploatacyjne.

Wyniki badania zmiany modułu sztywności asfaltu lanego (MA 8), mastyksu tradycyjnego (M), i mastyksu wysokogrysowego (SMA-MA 5 i SMA-MA 8) stosowanych do wykonywania izolacji pomostów obiektów inżynierskich w funkcji starzenia przedstawiono na rys. 2.

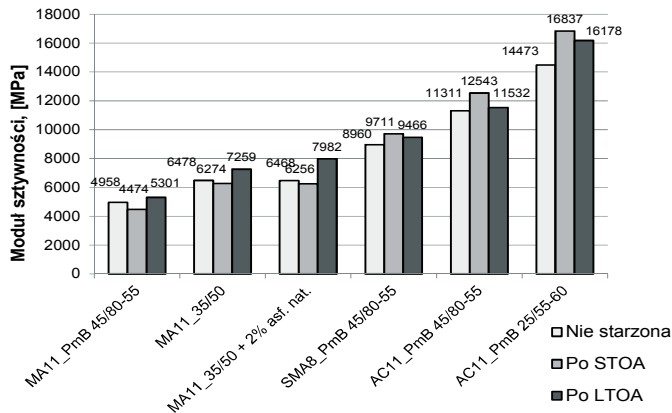
Na podstawie analizy wyników badania zmian modułu sztywności wg metody IT-CY mieszanek mineralno-asfaltowych stosowanych do izolacji płyty pomostu obiektu inżynierskiego można ogólnie stwierdzić, że moduły sztywności mieszanek zmieniają się w wyniku procesów starzeniowych w zależności od rodzajów i właściwości zastosowanych lepiszczy. Największą zmianą modułu po starzeniu charakteryzuje się mastyks tradycyjny z polimeroasfaltem PmB 45/80-55. W mieszance tej brak jest nośnego szkieletu mineralnego a polimer zawarty w lepiszczu może ulegać częściowej degradacji w wyniku działania wysokiej temperatury. Najmniejszą zmianą modułu sztywności charakteryzują się mieszanki mineralno-asfaltowe z lepiszczami zawierającymi asfalt naturalny, który poprawia odporność asfaltu na starzenie. Mastyks wysokogrysowy SMA-MA z rozbudowanym

szkieletem mineralnym wykazuje niewielki wzrost modułu sztywności w wyniku starzenia STOA i LTOA, co jest szczególnie widoczne w przypadku zastosowania lepiszcza gumowo-asfaltowego. Zmiany te, nie powinny jednak wpływać na pogorszenie właściwości funkcjonalnych izolacji z mastyksu wysokogrysowego.



Rys. 2. Moduł sztywności po starzeniu STOA i LTOA mieszanek mineralno-asfaltowych stosowanych do izolacji mostowej

Wyniki badania zmiany modułu sztywności asfaltu lanego (MA 11), mastyksu grysowego (SMA 8) i betonu asfaltowego AC 11 stosowanych do wykonywania warstwy ochronnej/ścieralnej w funkcji starzenia przedstawiono na rys. 3.

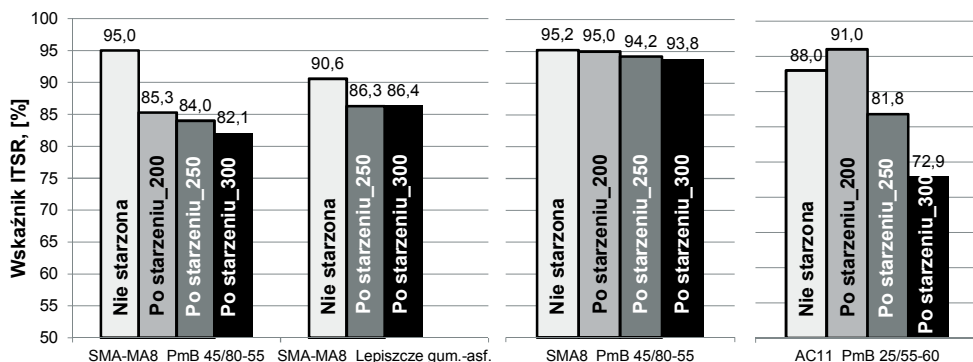


Rys. 3. Moduł sztywności w funkcji starzenia STOA i LTOA mieszanek mineralno-asfaltowych stosowanych do warstwy ścieralnej/ochronnej

Na podstawie analizy wyników badania zmian modułu sztywności wg metody IT-CY mieszanek mineralno-asfaltowych do warstw nawierzchniowych pomostu obiektu inżynierskiego, można stwierdzić, że moduł sztywności mieszanek z analizowanymi lepiszczami zmienia się w niewielkim stopniu w wyniku starzenia długoterminowego LTOA. Moduł sztywności mieszanki SMA i AC z polimeroasfaltami nieznacznie wzrasta po STOA i zmniejsza się w wyniku starzenia LTOA, co należy uznać za zjawisko korzystne. Na tej podstawie można wnioskować o odporności zaprojektowanych mieszanek mineralno-asfaltowych na starzenie krótko- i długoterminowe.

2.3. Analiza wyników badań mieszanek mineralno-asfaltowych po starzeniu w wysokiej temperaturze technologicznej

Zaprojektowane mieszanki mineralno-asfaltowe do warstw izolacji i nawierzchni mostowych, po starzeniu w wysokiej temperaturze 200, 250 i 300°C, poddano badaniom odporności na działanie wody i mrozu, określając zmiany wskaźnika ITSR (rys. 4.)



Rys. 4. Wskaźnik ITSR w funkcji starzenia w temperaturze 200, 250 i 300 °C mastyksu wysokogrysowego SMA-MA 8, mastyksu grysowego SMA 8 i betonu asfaltowego AC 11 do warstwy ścieralnej/ochronnej

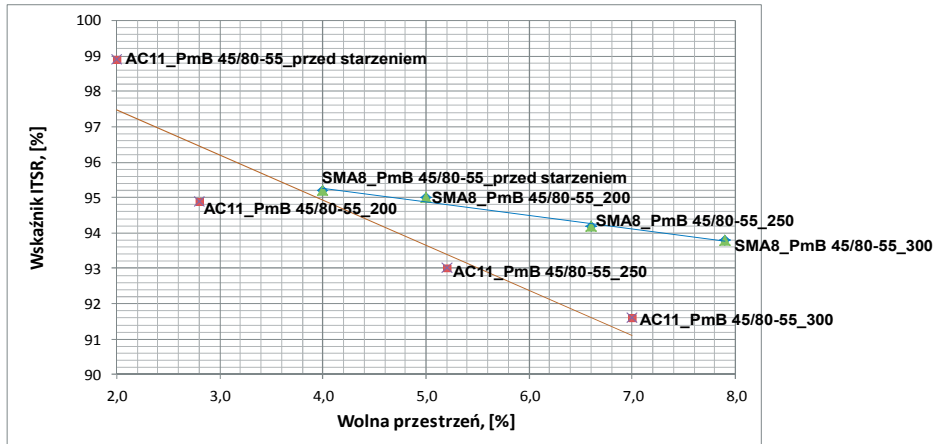
Na podstawie analizy wyników badania wskaźnika ITSR mieszanek mineralno-asfaltowych do warstw nawierzchni na obiekcie inżynierskim, można stwierdzić, że:

- wszystkie mieszanki SMA 8 z polimeroasfalem PmB 45/80-55, tj. wyjściowa oraz po starzeniu w temperaturze 200, 250 i 300°C mają podobne, wysokie wartości wskaźników i spełniają wymagania WT-2: 2010 (ITSR \geq 90%);
- wyższy udział lepiszcza w mastyksie wysokogrysowym SMA-MA powoduje większy wpływ procesów starzeniowych na zmianę wskaźnika ITSR, jednak mieszanka ta przeznaczona jest do warstwy ochronnej i izolacji, które nie są narażone na bezpośrednie oddziaływanie wody i mrozu;
- beton asfaltowy AC 11 po starzeniu wykazuje stabilność wskaźnika ITSR tylko do temperatury 200°C.

Oceniając wpływy starzenia w wysokiej temperaturze technologicznej na zmianę właściwości mieszanek mineralno-asfaltowych, należy mieć na uwadze wzajemne oddziaływanie mieszanki mineralnej, tworzącej szkielet nośny i lepiszcza. Ze względu na wysoki udział frakcji grysowej w mieszankach SMA i SMA-MA wpływ postarzonego lepiszcza jest ograniczony a wytrzymałość w rozciąganiu pośrednim jest wyższa niż w betonie asfaltowym.

Porównano zawartość wolnych przestrzeni betonu asfaltowego (AC) i mastyksu grysowego (SMA) w zależności od temperatury starzenia (200, 250 i 300°C) a otrzymane wyniki badań zestawiono z wartościami wskaźnika ITSR (rys. 5).

Na podstawie porównania zawartości wolnej przestrzeni betonu asfaltowego i mastyksu grysowego pod wpływem starzenia w wysokiej temperaturze technologicznej stwierdzono, że wraz ze wzrostem temperatury, wzrasta zawartość wolnych przestrzeni w mieszankach mineralno-asfaltowych. W przypadku AC 11 wolna przestrzeń wzrasta z 2,0 do 7,0% (m/m) a w przypadku SMA 8 z 4,0 do 7,9% (m/m). Wartość wskaźnika ITSR betonu asfaltowego AC 11 zmniejsza się z 99 do 92%. Nieznaczny spadek wartości wskaźnika ITSR od 95 do 94% obserwuje się w przypadku mieszanki SMA 8 (rys. 5).



Rys. 5. Zawartość wolnej przestrzeni i wskaźnik ITSR w funkcji starzenia w temperaturze 200, 250 i 300°C mastyksu grysowego SMA 8 i betonu asfaltowego AC 11 do warstwy ścieralnej/ochronnej

Przyczyną wzrostu zawartości wolnych przestrzeni po procesie starzenia i związanego z tym spadku wartości wskaźnika ITSR jest usztywnienie lepiszcza w wyniku oddziaływania bardzo wysokiej temperatury technologicznej i znaczne pogorszenie urabialności mieszanki. Porównując linie trendu opisujące to zjawisko (rys. 5), można zauważyć, że beton asfaltowy AC jest mieszanką bardziej wrażliwą na zmianę zawartości wolnej przestrzeni i obniżenie wskaźnika ITSR niż mastyks grysowy SMA (większe nachylenie linii trendu betonu asfaltowego).

3. Wnioski końcowe

Zależności między właściwościami asfaltów i trwałością nawierzchni zmieniają się w wyniku starzenia technologicznego i eksploatacyjnego lepiszcza. Proces utleniania lepiszcza i odparowania składników lotnych zmienia skład asfaltu, właściwości fizykochemiczne i reologiczne [7].

Na podstawie zmian właściwości mieszanek mineralno-asfaltowych stosowanych do izolacji i nawierzchni obiektów mostowych w wyniku starzenia, można sformułować następujące wnioski:

- Mieszanki mineralno-asfaltowe do warstwy ochronnej i ścieralnej (MA, SMA-MA, SMA, AC) spełniają wymaganie wskaźnika odporności na działanie wody i mrozu ITSR wg obowiązujących dokumentów technicznych.
- Mieszanki mineralno-asfaltowe do warstwy izolacyjnej, ochronnej i ścieralnej (mastyks, MA, SMA-MA, SMA, AC) wykazują dużą odporność na starzenie technologiczne (STOA). Największą odpornością na starzenie charakteryzują się mieszanki asfaltu lanego i grysowo-mastyksowe SMA i SMA-MA.
- Mieszanki mineralno-asfaltowe do warstwy ochronnej i ścieralnej (MA, SMA-MA, SMA, AC) wykazują dużą odporność na starzenie eksploatacyjne (LTOA). Największą odpornością na starzenie eksploatacyjne charakteryzuje się mastyks grysowy SMA i mastyks wysokogrysowy SMA-MA.
- Dodatkowe badania właściwości funkcjonalnych mieszanek mineralno-asfaltowych do nawierzchni mostowych po starzeniu w wysokiej temperaturze technologicznej, potwierdziły wysoką trwałość asfaltu lanego MA, mastyksu grysowego SMA i mastyksu wysokogrysowego SMA-MA.

Literatura

- 1 Piłat J., Radziszewski P., Kowalski K.: Nawierzchnie asfaltowe i betonowe na obiektach mostowych. Seminarium „Nawierzchnie, izolacje i inne elementy wyposażenia mostów” Warszawa 2007, str. 49-52.
- 2 Sarnowski M., Piłat J.: Wpływ nowej metody modyfikacji asfaltów drogowych kwasem polifosforowym na zmiany odporności na starzenie. Problemy naukowo-badawcze budownictwa. 56 Konferencja naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN i Komitetu Nauki PZITB "Krynica 2010". Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach 2010, str. 399-406
- 3 Radziszewski P., Piłat J., Sarnowski M., Kowalski K., Król J., Pokorski P., Liphardt A., Stefańczyk B., Mieczkowski P.: Rozwiązania materiałowo-technologiczne izolacji i nawierzchni obiektów mostowych. Raport badawczy dla Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad. Warszawa 2013
- 4 Sprinkel M. M. and Apeageyi A. K.: Evaluation of the Installation and Initial Condition of Overlays on Bridge Decks Rospfalt. Virginia Center for Transportation Innovation and Research. Final Report VCTIR 13-R5. June 2013.
- 5 Hicks, R. Gary et. al.: Asphalt Surfaces on Steel Bridge Decks, TRR Record 1740, Paper No. 00-0389, Transportation Research Board, Washington DC, 2000.
- 6 Piłat J., Radziszewski P.: Nawierzchnie asfaltowe, WKŁ, Warszawa 2010.
- 7 Gawęł I., Kalabińska M., Piłat J.: Asfalty drogowe. WKiŁ, Warszawa 2001.
- 8 Danowski M.: Nawierzchnie z dodatkiem asfaltu naturalnego Trynidad. Nawierzchnie asfaltowe 2/2009, str. 7-13.
- 9 WT-2: 2013 DRAFT Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania techniczne. GDDKiA
- 10 Radziszewski P.: Zmiany właściwości lepkosprężystych lepiszczy modyfikowanych i mieszanek mineralno-asfaltowych w wyniku procesu starzenia. Rozprawy Naukowe Nr 142. Wydawnictwo Politechniki Białostockiej. Białystok 2007.
- 11 WT-2: 2010 Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania techniczne. GDDKiA.

Durability assessment of asphalt mixtures for waterproofing and pavement of bridges

Michał Sarnowski¹, Piotr Radziszewski², Jerzy Piłat³, Karol J. Kowalski⁴,
Jan B. Król⁵

^{1,2,3,4,5} *Group of Materials and Road Technology, Institute of Roads and Bridges, Faculty of Civil Engineering, Warsaw University of Technology, e-mail: ¹m.sarnowski@il.pw.edu.pl, ²p.radziszewski@il.pw.edu.pl, ³j.pilat@il.pw.edu.pl, ⁴k.kowalski@il.pw.edu.pl, ⁵j.król@il.pw.edu.pl*

Abstract: Durability of bridge pavement is affected by two main factors: traffic conditions and environmental factors. In Central-European climate, in addition to traffic, a bridge pavement is loaded by low temperature and deicing agents. The bridge pavement can be constructed with either cement concrete or asphalt mixture technology. In Europe (including Poland) asphalt pavements are typically placed, composed with a surface and protection layer. Pavement is placed on the waterproofing layer after initial surface priming. Both protection and surface asphalt mixtures layers can lose their properties due to aging process or due to the water action. In this paper, the results of functional properties of asphalt mixtures testing used for protection and surface layers of bridge decks are presented. Tested mixtures were subjected to short term oven aging (STOA), long term oven aging (LTOA) and aging in high technological temperatures.

Keywords: bridges, durability, pavement, waterproofing, asphalt mixtures

