

# Wpływ dodatku zeolitu na obniżenie temperatury produkcji i zagęszczania mieszanek mineralno-asfaltowych

(streszczenie)

**Agnieszka Woszek, Wojciech Franus**

Politechnika Lubelska, Polska

Pierwsze próby obniżenia temperatury dozowania asfaltu były prowadzone w latach 60. ubiegłego stulecia (Csanyi 1957). Jednak rozwój technologii mieszanek mineralno-asfaltowych na ciepło (WMA) rozpoczął się w roku 1996, gdy Unia Europejska wprowadziła wymóg ograniczenia emisji wycieków i aerozoli, powstających przy pracy z gorącym asfaltem. Obecnie znanych jest ponad 20 technologii pozwalających obniżyć temperaturę produkcji i zagęszczania MMA (Rubio i inni 2012). Jednym ze sposobów obniżenia temperatury produkcji MMA jest zastosowanie zeolitów. Są to uwodnione glinokrzemiany, występujące w postaci naturalnej oraz syntetycznej. Charakteryzują się dużą zawartością mikrokanalików, które można wypełnić wodą (nawet do ponad 20% m/m). W kontakcie z gorącym kruszywem woda z porów zeolitu paruje, powodując spienianie asfaltu. Utworzony w ten sposób asfalt spieniony o mniejszej lepkości i większej objętości, łatwiej otacza ziarna kruszywa mineralnego. Dotychczas prowadzone badania MMA z dodatkiem zeolitów w głównej mierze dotyczyły zeolitów syntetycznych w opatentowanych technologiach: aspha-min i Advera. Zgodnie z zaleceniami producenta środka obniżającego temperaturę produkcji i zagęszczania – zeolit aspha-min w receptce MMA zastępuje wypełniacz i w badaniach powinien być dokumentowany jako wypełniacz.<sup>1</sup> Stosowanie takiej technologii pozwala na zredukowanie temperatury produkcji w stosunku do MMA na gorąco nawet o 30°C i zmniejszenie zużycia energii (oleju napędowego) w produkcji o ponad 20%.<sup>2</sup> Temperatura produkcji tradycyjnych mieszanek mineralno-asfaltowych (na gorąco) wynosi 140–200°C w zależności od rodzaju asfaltu.<sup>3</sup> Badania lepkości z dodatkiem różnych zeolitów wskazują na możliwość zastosowania w produkcji MMA również zeolitów naturalnych (Sengoz i inni 2013).

Nie tylko aspekty środowiskowe przemawiają za stosowaniem MMA na ciepło. Niemniej ważne czynniki to: spowolnienie starzenia lepiszcza, lepsza urabialność, szybsze udostępnienie drogi do ruchu, a nawet wydłużenie sezonu budowlanego — przy zachowaniu wymagań jakościowych. W badaniach nad możliwościami obniżenia temperatur technologicznych MMA przez dodatek zeolitu zastosowano zeolit syntetyczny o typie struktury NaP1 oraz zeolit naturalny klinoptilolit. Zeolit syntetyczny otrzymano na bazie reakcji konwersji popiołu lotnego w warunkach hydrotermalnych w skali półtechnicznej. Zeolit naturalny (klinoptilolit) stanowił tuf zeolitowy pochodzący ze złoża Sokyrnytsya – Obwód Zakarpacki (Ukraina).

Pierwszy etap badań mieszanek mineralno-asfaltowych na ciepło polega na opracowaniu recepty mieszanki mineralno-asfaltowej referencyjnej, bez dodatku zeolitu. Zgodnie z wytycznymi

1. Zob. Deutscher Asphaltverband e.V. Mieszanki mineralno-asfaltowe o obniżonej temperaturze. Porady z praktyki do praktyki 2009; oraz materiały informacyjne firmy aspha-min, dostępne pod adresem <http://www.aspha-min.com/98.html>.

2. Zob. Materiały informacyjne firmy aspha-min.

3. PN-EN 13108–1. Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania. Część 1: Beton asfaltowy.

technicznymi WT-2 2010,<sup>4</sup> zaprojektowano mieszankę mineralno-asfaltową przeznaczoną na warstwę wiążącą, z dodatkiem asfaltu 35/50, przeznaczoną na drogę obciążoną ruchem o kategorii KR 3–4 (AC 16 W 35/50). Skład mieszanki mineralnej bez zeolitu ustalony został typową metodą krzywych granicznych, uziarnienie kruszyw zbadano metodą przesiewania.

W celu wstępnego ustalenia ilości dozowanego zeolitu zbadano uwalnianie wody zaadsorbowanej w funkcji czasu i temperatury. Badania przeprowadzono zarówno na zeolitach w stanie powietrzno-suchym, jak i nasączanych dodatkowo wodą. Biorąc pod uwagę ilość wody uwalnianej po godzinie ogrzewania zeolitu w temperaturze 160°C oraz optymalną ilość wody niezbędnej do spienienia asfaltu (około 2,5%) ustalono teoretyczny dodatek zeolitu: Na-P1 nasączony — 0,2%, klinoptilolit nasączony — 0,4%, materiał zeolityczny nienasączony — 1,2% w stosunku do masy mieszanki mineralno-asfaltowej.

Zbadano wpływ ilości dodatku zeolitu na zagęszczalność WMA w różnych temperaturach na próbki wykonane w ubijaku Marshalla oraz w prasie żyrotorowej. Optymalną procentową ilość dodatku modyfikatora określono na podstawie miary zawartości wolnych przestrzeni w odniesieniu do miary tych przestrzeni w referencyjnych MMA. Badania zagęszczalności w ubijaku Marshalla wskazują na możliwość obniżenia temperatury w stosunku do mieszanki referencyjnej o 20°C dla zeolitu syntetycznego nienasączonego, dozowanego w ilości 1,13%. Zastosowanie zeolitu naturalnego nasączonego i dozowanego w ilości 0,6% pozwala na obniżenie temperatury zagęszczania o około 10°C.

Wyniki badań zagęszczalności w prasie żyra torowej wskazują, że zawartość wolnych przestrzeni w próbkach zagęszczanych w 145°C z optymalną ilością zeolitu jest niższa o 0,2–0,6% niż w MMA referencyjnej zagęszczanej w 160°C. W przypadku zagęszczania w 130°C wyniki są porównywalne do próbek referencyjnych badanych w 145°C. Najlepsze wyniki osiągnęte były przy zastosowaniu 0,5% dodatku zeolitu Na-P1, oraz 1,0% dodatku klinoptilolitu w stosunku do masy MMA.

W celu sprawdzenia właściwości WMA z dodatkiem zeolitu na próbkach wykonanych w ubijaku Marshalla zbadano moduły sztywności, oraz określono ich wodoodporność. Moduły sztywności próbek Marshalla badano w aparacie NAT. Po zakończonym badaniu próbki te były nasycały wodą i poddane jednemu cyklowi zamrażania i odmrażania, zgodnie z procedurą opisaną w WT-2 2010. Na kondycjonowanych próbkach ponownie zbadano moduł sztywności NAT.

Uzyskane wartości modułów sztywności NAT w temperaturach mniejszych od 1400°C z dodatkiem zeolitów są większe od próbek referencyjnych. Najlepsze wyniki na próbkach zagęszczanych w temperaturze 1200°C uzyskano przy dodatku 1,13% zeolitu syntetycznego nienasączonego oraz 0,6% zeolitu naturalnego nasączonego. Wodoodporność próbek z różnym dodatkiem zeolitu w temperaturach 1000°C i 1400°C jest zbliżona do próbek referencyjnych. Wyraźne różnice występują w temperaturze 1200°C, w której zależnie od ilości dodawanego zeolitu wynik ITSMR jest o 3 do 13% lepszy od wskaźnika ITMR uzyskiwanego dla próbek referencyjnych.

Na podstawie wyników badań próbek wykonanych w ubijaku Marshalla można stwierdzić, że rodzaj zeolitu oraz zawartość w nim wody ma bezpośredni wpływ na uzyskiwany efekt obniżenia temperatury zagęszczania WAM. Próbki zagęszczane w temperaturze 120°C po dodaniu optymalnych ilości zeolitu posiadają zbliżone cechy fizykomechaniczne do próbek referencyjnych MMA zagęszczanych w temperaturze 140°C.

Badania sfinansowano w ramach projektu IPBU.01.01.00–06–570/11–00.

## Litertaura

- CSANYI L.H. (1957): *Foamed Asphalt in Bituminous Paving Mixes*. „Highway Research Board Bulletin”, nr 10 (160), s. 108–122.
- RUBIO M.C., MARTINEZ G., BAENA L., MORENO F. (2012): *Warm Mix Asphalt: an Overview*. „Journal of Cleaner Production”, nr 24, s. 76–84.
- SENGOZ B., TOPAL A., GORKEM C. (2013): *Evaluation of Natural Zeolite as Warm Mix Asphalt Additive and Its Comparison with Other Warm Mix Additives*. „Construction and Building Materials”, nr 43, s. 242–252.

4. Nawierzchnie asfaltowe na drogach krajowych. WT-2 2010. Mieszanki mineralno-asfaltowe. Wymagania techniczne. Załącznik nr 2 do zarządzenia nr 102 GDDKiA z dnia 19 listopada 2010 r.