

dr inż. Andrzej Plewa¹⁾

Ocena właściwości lepkosprężystych elastomeroasfaltów z dodatkiem upłynniacza pochodzenia roślinnego

Analysis of viscoelastic properties polymer modified bitumen with the addition of fluidizers of vegetable origin

DOI: 10.15199/33.2015.07.28

(Doniesienie naukowe)

Streszczenie. Celem przeprowadzonych badań i analiz była ocena przydatności zastosowania upłynniaczy pochodzenia roślinnego do elastomeroasfaltów oraz ich wpływ na poprawę właściwości lepkosprężystych elastomeroasfaltów. Na podstawie wykonanych oznaczeń właściwości lepkosprężystych lepiszczy asfaltowych dokonano wyboru optymalnego rozwiązania lepiszcza asfaltowego pod względem rodzaju asfaltu bazowego, zawartości kopolimeru SBS i ilości dodatku upłynniacza roślinnego. Dodatek upłynniacza roślinnego pozwala obniżyć lepkość w zakresie temperatury produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych oraz emisję substancji szkodliwych będących produktem ubocznym podczas wytwarzania i w budowywania, zwiększa penetrację asfaltów, powoduje obniżenie temperatury łamliwości, wpływają korzystnie na jego odporność na spękania niskotemperaturowe.

Słowa kluczowe: asfalty, lepiszcza modyfikowane, upłynniacze pochodzenia roślinnego, właściwości lepkosprężyste.

Abstract. The aim of the research was to evaluate the use of fluidizers of vegetable origin to polymer modified bitumen and their impact on improving the viscoelastic properties polymer modified bitumen. On the basis of determinations viscoelastic properties of asphalt binders were selected optimal solution of asphalt binder in terms of the type of asphalt base, content SBS copolymer and the amount of fluidizers of vegetable origin. The analysis showed that the addition of fluidizers of vegetable origin reduces viscosity in the range of temperatures the production of asphalt mixtures – economic benefits. Protects the environment by reducing harmful emissions that are a by-product during the production and incorporation of asphalt mixtures. The addition of flow of plant significantly increases the penetration bitumen, resulting in lower temperature fragility. It has a beneficial effect for resistance cracking bitumens at low exploitation temperatures.

Keywords: asphalts, modified binders, fluidizers of vegetable origin, viscoelastic properties.

Wprowadzenie do asfaltów upłynniaczy pochodzenia roślinnego jest rozwiązaniem przeciwnym do stosowania substancji na bazie zaawansowanej „chemii”. W procesie twardnienia (wiązania) asfaltu substancje te ulatniają się do atmosfery, zanieczyszczając ją. Obecnie naukowcy skupiają się na rozwijaniu technologii odnawialnych. Zastosowanie upłynniaczy pochodzenia roślinnego można uznać za pierwszy krok na tej drodze.

Głównym zadaniem upłynniaczy stosowanych do asfaltów jest obniżenie temperatury wytwarzania mieszanek mineralno-asfaltowych (MMA) (poniżej 150 °C), temperatury podczas transportu, rozkładania i zagęszczania. Przeprowadzone doświadczenia [1, 2, 3, 4] potwierdziły, że możliwa jest produkcja asfaltów upłynnionych dodatkami pochodzenia roślinnego i stosowania ich do MMA. Nową generację lepiszczy stanowi mieszanina asfaltu ponaftowego i oleju roślinnego lub jego pochodnych. O przydatności surowców roślinnych do upłynniania asfaltów decyduje możliwość przebiegu procesu ich sykatywacji (efekt sieciowania – polimeryzacji). Oleje bogate w kwasy tłuszczowe o trzech i dwóch wiązaniach podwójnych, jak oleje lniane i tungowe, określa się mianem „olejów schnących”, oleje słonecznikowy i sojowy zaliczane są do „olejów półschnących”, a olej rzepakowy

do „nieschnących”. Ten ostatni charakteryzuje się mniejszą podatnością na utleniającą polimeryzację w porównaniu z olejami schnącymi. Wymaga stosowania procesu utleniania w wyższej temperaturze. W Stanach Zjednoczonych i w Europie Zachodniej do upłynniania asfaltów najczęściej stosowane są oleje rzepakowy i lniane, ich estry metylowe, olej słonecznikowy oraz ester metylowy kwasów tłuszczowych tego oleju [1]. Dotychczas prowadzone badania dotyczyły przede wszystkim stosowania upłynniaczy pochodzenia roślinnego do niemodyfikowanych asfaltów drogowych lub emulsji asfaltowych.

Przedmiot i metody badań

Do badań laboratoryjnych zastosowano asfalty drogowe: 35/50, 50/70, 70/100, 100/150 i 160/220, które modyfikowano 3, 5 i 7% dodatku kopolimeru SBS oraz upłynniano 5, 10, 15 i 20% upłynniacza pochodzenia roślinnego (UR) – olejem rzepakowym. Do oceny właściwości lepkosprężystych analizowanych lepiszczy asfaltowych wykonano następujące oznaczenia laboratoryjne: penetrację (5 ÷ 25 °C); temperaturę mięknięcia i łamliwości; lepkość dynamiczną (90 ÷ 150°C); nawrot sprężysty; energię odkształcenia.

Na podstawie przeprowadzonych badań laboratoryjnych właściwości reologicznych lepiszczy asfaltowych dokonano wyboru optymalnego lepiszcza pod względem rodzaju asfaltu bazowego, zawartości kopolimeru SBS i ilości dodatku upłynniacza

¹⁾ Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska; e-mail: a.plewa@pb.edu.pl

roślinnego. Optymalne lepiszczce ustalono na podstawie trzech etapów oceny:

■ etap I: temperatura mięknięcia $PiK \geq 60$ °C (zgodnie z zaleceniami [5, 6]);

■ etap II: temperatura wytwarzania MMA ≤ 150 °C – lepkość dynamiczna w temperaturze 150 °C $\leq 0,2$ Pa·s;

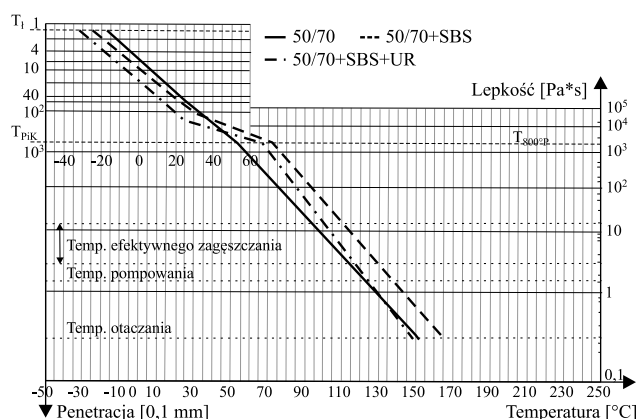
■ etap III: największa wartość wzrostu nawrotu sprężystego i energii odkształcenia w odniesieniu do lepiszcza bazowego (asfaltu niemodyfikowanego).

Analiza wyników badań

Na podstawie badań temperatury mięknięcia PiK ustalono, że założenia etapu I ($PiK \geq 60$ °C) spełniają następujące lepiszcza: 35/50+3%SBS; 35/50+3%SBS+5%UR; 35/50+3%SBS+10%UR; 35/50+5%SBS; 35/50+5%SBS+5%UR; 35/50+5%SBS+10%UR; 35/50+5%SBS+15%UR; 35/50+7%SBS; 35/50+7%SBS+5%UR; 35/50+7%SBS+10%UR; 35/50+7%SBS+15%UR; 35/50+7%SBS+20%UR; 50/70+5%SBS; 50/70+5%SBS+5%UR; 50/70+5%SBS+10%UR; 50/70+7%SBS; 50/70+7%SBS+5%UR; 50/70+7%SBS+10%UR; 50/70+7%SBS+15%UR; 70/100+5%SBS; 70/100+5%SBS+5%UR; 70/100+7%SBS; 70/100+7%SBS+5%UR; 70/100+7%SBS+10%UR; 100/150+5%SBS; 100/150+7%SBS; 100/150+7%SBS+5%UR i 100/150+7%SBS+10%UR. Spośród lepiszczy wyłonionych w etapie I założenia etapu II, w którym ustalono, że lepkość dynamiczna w temperaturze 150 °C powinna być mniejsza od $0,2$ Pa·s (temperatura wytwarzania MMA ≤ 150 °C), spełniają lepiszcza: 50/70+5%SBS+10%UR, 50/70+7%SBS+15%UR, 70/100+7%SBS+10%UR i 100/150+7%SBS+10%UR. W etapie III analizowano największą wartość wzrostu nawrotu sprężystego i energii odkształcenia lepiszczy modyfikowanych w odniesieniu do lepiszczy bazowych. Analizując wyniki badań nawrotu sprężystego ustalono, że największy wzrost tego parametru wykazały następujące lepiszcza z etapu II: 50/70+5%SBS+10%UR i 50/70+7%SBS+15%UR (wzrost o 93%); 70/100+7%SBS+10%UR (wzrost o 84%) i 100/150+7%SBS+10%UR (wzrost o 67%), a ze względu na największą wartość wzrostu energii odkształcenia lepiszcza: 50/70+5%SBS+10%UR (wzrost o 211%); 50/70+7%SBS+15%UR (wzrost o 194%); 100/150+7%SBS+10%UR (wzrost o 170%) i 70/100+7%SBS+10%UR (wzrost o 162%). Na podstawie przeprowadzonych badań właściwości lepkością dynamiczną lepiszczy asfaltowych z dodatkiem upłynniacza pochodzenia roślinnego wykazano, że **najlepszymi parametrami technicznymi charakteryzuje się lepiszcze 50/70+5%SBS+10%UR**.

Aby wykazać polepszone właściwości techniczne elastomeroasfaltu upłynnionego olejem roślinnym, opracowano na podstawie badań penetracji, temperatury mięknięcia PiK , temperatury łamliwości wg Frassa i badań lepkości dynamicznej „Kartę jakości asfaltów” (wykres BTDC) w przypadku lepiszczy: 50/70, 50/70+5%SBS i 50/70+5%SBS+10%UR (rysunek).

Na podstawie rysunku stwierdzono, że elastomeroasfalt z upłynniaczem roślinnym (UR) charakteryzuje się najniższą temperaturą wytwarzania mieszanki mineralno-asfaltowej (147 °C), niemal o 20 °C niższą od temperatury, w jakiej należałoby produkować MMA z elastomeroasfalem 50/70+5%SBS. Dostępne na polskim rynku elastomeroasfalty wytwarzane są w temperaturze ok. 165 °C. Obniżenie temperatury wytwarzania MMA daje wymierne korzyści ekonomiczne i pozwala odciążyć środowisko naturalne przez zmniejszenie emisji szkodliwych spalin i dwutlenku węgla będących ubocznym produktem produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych. Elastomeroasfalt z upłynniaczem roślinnym charakteryzuje się tak-



Karta jakości asfaltów (BTDC) 50/70, 50/70+5%SBS i 50/70+5%SBS+10%UR

Bitumen Test Data Chart – bitumens: 50/70, 50/70+5%SBS i 50/70+5%SBS+10%UR

że najniższą (korzystną) temperaturą łamliwości (-33 °C) w odniesieniu do pozostałych lepiszczy: elastomeroasfalt (-25 °C), asfalt 50/70 (-17 °C). Można więc przewidywać, że mieszanki mineralno-asfaltowe z elastomeroasfalem z upłynniaczem roślinnym będą charakteryzowały się największą odpornością na spękania niskotemperaturowe w nawierzchni drogowej. Temperatura mięknięcia PiK analizowanych lepiszczy asfaltowych: 50/70+5%SBS+10%UR – 67 °C, 50/70+5%SBS – 72 °C, 50/70 – 53 °C.

Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz właściwości lepkością dynamiczną elastomeroasfaltów z dodatkiem upłynniacza pochodzenia roślinnego sformułowano następujące wnioski:

- dodatek upłynniacza roślinnego pozwala obniżyć lepkość asfaltu na czas produkcji i w budowania MMA, co daje wymierne korzyści ekonomiczne. Pozwala także odciążyć środowisko naturalne przez zmniejszenie emisji substancji szkodliwych będących produktem ubocznym podczas produkcji oraz w budowywania MMA;
- dodatek upłynniacza roślinnego znacznie zwiększa penetrację asfaltów, powoduje obniżenie temperatury łamliwości, wpływając korzystnie na jego odporność na spękania w niskiej temperaturze eksploatacyjnej;
- najlepszymi właściwościami reologicznymi charakteryzuje się asfalt 50/70 z dodatkiem 5% SBS i 10% upłynniacza roślinnego.

Literatura

- [1] Niczke Ł., Czechowski F., Gawel I., „Oxidized rapeseed oil methyl ester as a bitumen flux: Structural changes in the ester during catalytic oxidation, Elsevier, Progress in Organic Coatings, Volume 59, Issue 4, 2 July 2007, P. 304–311.
- [2] DeLong W. M., „Asphalt release agent”, The Chemmark Corporation, Patent nr (USA) US5494502 A, (Niemcy) DE69528278 D1, 27 Luty 1996.
- [3] Gawel I., Piłat J., Radziszewski P., Niczke Ł., Król J., Samowski M., „Bitumen fluxes of vegetable origin”, Polimery No LV, 1/2010, s. 55–60.
- [4] http://www.nynas.com/Global/Bitumen%20for%20paving%20applications/Global/Perf%20Mag/2010_2POL.pdf (21.05.2015 r.).
- [5] Sybilski D., Mirki K., „Dobór nawierzchni do asfaltu w polskich warunkach klimatycznych z uwzględnieniem procedur SHRP/Superpave”, VI Międzynarodowa Konferencja „Trwałe i bezpieczne nawierzchnie drogowe”, Kielce 2000, tom I, s. 213.
- [6] Sybilski D., „Zastosowanie metod SHRP do oceny nawierzchni dróg w Polsce”, IBDiM, Studia i materiały, Warszawa 2000, zeszyt 50.

Przyjęto do druku: 04.05.2015 r.