

Stosowanie asfaltu lanego

Asfalt lany jest jedną z najstarszych mieszanek mineralno-asfaltowych stosowanych w budowie dróg. Został wynaleziony w Niemczech przez Henniga i Egerstorfa w pierwszej połowie XIX w.

Summary

The article is a comprehensive description of the uses of mastic asphalt. Firstly, the author presents interesting information on its history, concerning the country of origin, the explanation of the name and its expansion in Europe. The differences between past and present use of mastic asphalt and between other compounds are also presented here, along with their advantages and disadvantages. After this introduction, the writer gives some details on Polish mastic asphalt exploitation, with local examples. Finally, the author points out the major mistakes made in contractual specifications at individual levels.

Historia

Jako lepszycze stosowano asfalt naturalny ze złoża w Ahlem koło Hanoweru (autorzy asfaltu lanego pracowali w firmie eksploatującej to złożo). Asfalt lany produkowano w stojących kotłach, na miejscu budowy, w których w podwyższonej temperaturze topiono brykiety („bochenki”) mastyksu asfaltowego uzyskanego z asfaltu naturalnego, dodawano około 60% grubego piasku lub żwiru i mieszano ręcznie w temperaturze 150-180°C. Mieszankę rozkładano ręcznie.

Asfalt lany wkrótce upowszechnił się w całych Niemczech. Zwłaszcza w Berlinie wiele nawierzchni wykonano tą metodą. Niedługo potem też stosowano ją w innych miejscach – w Paryżu, Wiedniu, Budapeszcie. We Francji określano ją mianem *asphalte collé* (nazwa stosowana do dzisiaj), w Anglii – *gritté asphalt* lub *mastic asphalt* (druga wersja jest używana dzisiaj). W nazewnictwie XIX w. pojawił się też stosowany długo termin na określenie asfaltu lanego – beton asfaltowy. Jest to jeden z przykładów ogromnego zamieszania terminologicznego w tej dziedzinie. Beton asfaltowy wcześniej i obecnie stosuje się bowiem do zupełnie innej mieszanki mineralno-asfaltowej, całkowicie odmiennej od asfaltu lanego.

Upowszechnieniu się asfaltu lanego towarzyszył rozwój maszyn służących przygotowaniu materiałów (przesiewacze kruszywa) i produkcji asfaltu lanego (kotły). Obok stojących kotłów pionowych pojawiły się też poziome kotły przewożne, znane do dzisiaj z naszych ulic. Zwiększył się też popyt na lepszycze asfaltowe. Opracowano udoskonalone metody jego wytapiania z asfaltu naturalnego.

Zmiany technologii

Asfalt lany był początkowo rozkładany wyłącznie ręcznie. Tę pracę do dzisiaj uznaje się za jedną z najbardziej uciążliwych w drogownictwie. Po pierwsze, dobra mieszanka asfaltu lanego powinna być dość twarda, aby po ostygnięciu była odporna na deformacje pod obciążeniem pojazdów bądź pieszych. W efekcie mieszanka jest trudna w rozkładaniu. Po drugie, temperatura produkcji asfaltu lanego może dochodzić nawet do 250°C ze względu na stosowane twarde lepszycze (np. asfalt o penetracji 20-40). Skutkiem są intensywnie wydzielane opary, uciążliwe dla pracowników.

Stosowanie asfaltu lanego w nawierzchniach drogowych i zwiększające się obciążenie pojazdów szybko spowodowały koniecz-



ność zwiększenia odporności na deformacje nawierzchni z asfaltu lanego, co wymagało stosowania twardszego asfaltu i jego mniejszej zawartości w mieszance. To zmniejszało jej urabialność i utrudniało ręczne rozkładanie. Pojawiły się wówczas rozkładarki do mechanicznego rozkładania asfaltu lanego. Rozkładarka taka istotnie różni się od rozkładarki betonu asfaltowego. Większa twardość asfaltu lanego (mimo wysokiej temperatury produkcji, nawet do 250°C) wymaga większej sztywności rozkładarki. Asfalt lany jest mieszanką samozagęszczalną, nie wymaga zatem deski wibracyjnej.

Pojawienie się rozkładarek do mechanicznego rozkładania asfaltu lanego pozwoliło na dalsze jego stosowanie w nawierzchniach dróg także o największym obciążeniu (fot. 1, s. 54). W ostatnich latach wprowadzane są zmiany technologiczne zmierzające do obniżenia temperatury produkcji asfaltu lanego, w celu zmniejszenia emisji oparów i poprawy warunków higieny pracy i uciążliwości dla środowiska. Z tego względu wprowadza się ograniczenie temperatury produkcji asfaltu lanego do 230°C. Stosowane są dodatki zmniejszające lepkość asfaltu (np. Sasobit), co zwiększa jego urabialność w niższej temperaturze. Pozwala to na obniże-

nie temperatury produkcji asfaltu lanego nawet o 30°C. Dobry efekt obniżenia temperatury znajduje też coraz częstsze zastosowanie w produkcji pozostałych mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco.

Obecne zastosowania

W ojczyźnie asfaltu lanego, Niemczech, jak też w innych krajach, takich jak Austria, Szwajcaria, Francja czy Wielka Brytania, asfalt lany jest skutecznie stosowany, choć w różnym zakresie. W Niemczech i Szwajcarii jest stosowany nawet w nawierzchniach autostrad. Zalecany jest zwłaszcza do nawierzchni obiektów mostowych. Nawet jeśli nawierzchnia autostrady wykonana jest z betonu cementowego, to nawierzchnia obiektów mostowych wykonana jest z asfaltu lanego. W tym wypadku ważną zaletą asfaltu lanego jest jego samozagęszczalność, co eliminuje niebezpieczeństwo uszkodzenia izolacji pomostu obiektu mostowego.

Do nawierzchni mostowych w Niemczech stosuje się asfalt lany **wyłącznie** z elastomeroasfalem, zarówno w nawierzchni jezdni, jak i chodnika, a także ścieku, np. [1, 2]. Uzasadnione jest to m.in. wynikami badań laboratoryjnych trwałości asfaltu lanego pod względem odporności na deformację, niską temperaturę i zmęczenie [3]. W Wielkiej Brytanii i Szwecji w nawierzchniach mostowych jako izolację często stosuje się *mastic asphalt*, czyli wersję asfaltu lanego drobnoziarnistego i z dużą zawartością lepiszcza. Taka mieszanka rozkładana jest ręcznie w cienkiej warstwie. Asfalt lany można powszechnie spotkać na chodnikach w Paryżu, Wiedniu, Zurychu i wielu innych miastach (fot. 2, s. 54, fot. 3, s. 55). Podziemne korytarze paryskiego metra są niemal w całości nim pokryte. W tym przypadku jednak rozkładany był ręcznie. Na tego rodzaju chodnikach można zauważyć nieznaczne deformacje powstałe nie pod wpływem obciążenia pieszych, lecz wskutek długotrwałego statycznego obciążenia rozmaitych obiektów, np. pojemnika na śmieci, motocykla (fot. 4, s. 55) itp. Nie zniechęca to jednak władz miejskich do stosowania tego materiału.

Asfalt lany jest popularny zwłaszcza w miastach ze względu na łatwość wykonania lokalnych napraw, które na ulicach są niezwykle częste z powodów licznych urządzeń obcych, ulegających częstym awariom i naprawom. Innym popularnym zastosowaniem w miastach jest wypełnianie asfaltem lanym torowisk tramwajowych. Roboty takie wykonywane są mechanicznie. Służą do tego specjalnie przystosowane rozkładarki. Nawierzchnia tak wykonana jest bardzo trwała, co potwierdzają też polskie doświadczenia ostatnich lat, np. w Krakowie (fot. 5 i 6, s. 55).

Odmienność asfaltu lanego w porównaniu z innymi mieszankami

Asfalt lany wyróżnia się wśród mieszanek mineralno-asfaltowych tym, że jest jedyną mieszanką niewymagającą zagęszczania. Jest bowiem samozagęszczający. Zdolność ta jest efektem składu, w którym jest znaczny udział lepiszcza asfaltowego i wypełniacza mineralnego (mączki wapiennej). Mieszanka tych dwóch składników, zwana też mastyksem asfaltowym (nie mylić z *mastic asphalt*), szczelnie wypełnia wolne przestrzenie w szkieletcie kruszywa mineralnego.

Definicja asfaltu lanego w Normie PN-EN 13108-6 (Mieszanki mineralno-asfaltowe – Wymagania – Część 6: Asfalt lany) brzmi ▶

▼ następująco: „Asfalt lany to mieszanka mineralno-asfaltowa o bardzo małej zawartości wolnych przestrzeni z lepiszczem asfaltowym, w której objętość wypełniacza i lepiszcza przewyższa objętość wolnych przestrzeni w mieszance mineralnej”.

Zawartość wolnych przestrzeni w mieszance mineralno-asfaltowej wynosi poniżej 1% v/v, nie wymagając zagęszczenia. Porównanie asfaltu lanego z betonem asfaltowym ilustrują rysunki 1-3 (s. 56).

Konsekwencją różnicy składu mieszanek jest różnica znaczenia poszczególnych składników. Odporność na deformacje betonu asfaltowego uzyskiwana jest przede wszystkim wzajemnym klinowaniem ziaren kruszywa szkieletu mineralnego, w którym wolna przestrzeń między ziarnami większymi jest stopniowo wypełniana ziarnami mniejszymi, a asfalt spełnia funkcję lepiszcza. W asfalcie lanym odporność na deformacje zależy w znacznym stopniu od konsystencji mastyksu asfaltowego wypełniającego przestrzeń między ziarnami kruszywa. Dlatego niezbędne jest stosowanie twardego asfaltu i dużej ilości wypełniacza.

O ile w betonie asfaltowym (podobnie w SMA) uzyskanie dużej odporności na deformacje wymaga zastosowania wyłącznie kruszyw łamanych, to w asfalcie lanym nie jest to konieczne. Przy zastosowaniu twardego asfaltu i dużej zawartości wypełniacza użycie wyłącznie kruszyw łamanych, w tym piasku łamanego, prowadzi do znacznego zmniejszenia urabialności mieszanki, co często wręcz uniemożliwia jej rozłożenie. Dlatego zalecane jest stosowanie piasku naturalnego w asfalcie lanym do nawierzchni o mniejszym obciążeniu ruchem, a do nawierzchni o dużym obciążeniu ruchem zaleca się stosowanie piasku naturalnego i łamanego w proporcji 50:50.

Duża zawartość mastyksu powoduje też, że wykonana warstwa ma mało rozwiniętą teksturę. Powoduje to konieczność uszorstnienia jej grysem wciskany w jej powierzchnię w celu uzyskania odpowiedniej szorstkości nawierzchni. Zależnie od skali przedsięwzięcia gryś wciskany jest ręcznie lub mechanicznie. Nadmiar grysu po kilku dniach zostaje usunięty. Zabieg taki wykonywany jest tylko na warstwie ścieralnej.

Asfalt lany w Polsce

Asfalt lany był znany i skutecznie stosowany w Polsce od końca XIX w. Jego zastosowanie zostało znacznie ograniczone w czasach PRL-u, gdy pojawiły się patologie techniczne wynikające z braku kontroli jakości. Głównym problemem w produkcji i rozkładaniu asfaltu lanego jest wymóg odpowiedniej konsystencji, która ma zapewnić urabialność i pozwolić na jego rozłożenie na gorąco. Po ostygnięciu natomiast, w eksploatacji pod obciążeniem pojazdów (jezdnie) lub pieszych (chodniki), ma wykazywać odporność na deformacje. Przy braku kontroli i chęci ulżenia ciężkiej pracy „sztajacheta” (czyli robotnika rozkładającego asfalt lany) pojawiły się w polskiej praktyce rozmaite zabiegi zmiękczenia asfaltu lanego: dodatek oleju napędowego (tzw. ropy) lub białego asfaltu naturalnego (stosowana wówczas w Polsce asfalt naturalny albański, tzw. zerówka, co oznacza penetrację asfaltu wynoszącą 0 cent). Zabiegi te pozwalały na łatwiejsze rozkładanie asfaltu lanego, ale w konsekwencji pojawił się znany efekt odkształceń nawierzchni. W latach 60. ubiegłego wieku utarło się przekonanie, że najtrudniejszą próbą odporności nawierzchni asfaltowej chodnika na deformacje jest obciążenie kobietą na szpilkach, które w tym czasie były bardzo modne.



Fot. 1



Fot. 2

Fot. 1. Mechaniczne, nowoczesne rozkładanie asfaltu lanego

Fot. 2. Asfalt lany na chodniku w Paryżu (odcisnięta jest data wykonania naprawy)

Fot. 3. Asfalt lany w paryskim metrze

Fot. 4. Uszkodzenia asfaltu lanego pod długotrwałym obciążeniem statycznym w Mediolanie

W latach 70. podjęto skuteczne próby wdrożenia mechanicznego rozkładania asfaltu lanego w nawierzchni jezdni. Do wykonania nawierzchni Trasy Łazienkowskiej w Warszawie „zainportowano” z Niemiec komplet niezbędnego sprzętu: wytłornię mieszanek mineralno-asfaltowych do produkcji asfaltu lanego, kotły przevożne i rozkładarkę. Zastosowanie asfaltu lanego rozkładanego mechanicznie było wielkim wydarzeniem technicznym i szokiem dla naszych technologów, bowiem zawartość asfaltu wynosiła około 6,5% m/m, zamiast dotychczasowych 9-10% m/m w asfalcie lanym ręcznie rozkładanym. Autor tej recepty, Janusz Zawadzki z IBDiM, spotykał się z jednej strony z podziwem za swoją odwagę, a z drugiej ze współczuciem z tytułu konsekwencji tego szaleństwa. Wbrew obawom niedowiarków nawierzchnia ta wykonana w 1974 roku służyła do końca XX wieku, a więc około 25 lat. Jej częściową wymianę wykonano na początku XXI wieku. Inne zastosowania asfaltu lanego rozkładanego mechanicznie w Warszawie to ul. Sobieskiego oraz Most Toruński.

Zwiększenie obciążenia pojazdów i natężenia ruchu w latach 90. XX wieku spowodowało znaczne deformacje wszystkich nawierzchni asfaltowych w Polsce. Szczególnie dramatyczne uszkodzenia



Fot. 3



Fot. 4

Fot. 5. Przykład wykonania nawierzchni mostowej z asfaltu lanego Kraków, Most Powstańców Śląskich, 2002 r.

Fot. 6. Przykład dobrego zastosowania asfaltu lanego w nawierzchni ulicy i wypełnienia torowiska tramwajowego Kraków, ul. Lubicz

Fot. 7. Ściek z asfaltu lanego nieuszarstnianego w nawierzchni mostowej, Paryż



Fot. 5



Fot. 6



Fot. 7

powstały w nawierzchniach ulic naszych miast. Spowodowało to zaniechanie stosowania asfaltu lanego (ręcznie rozkładanego) i zastąpienie go kostką betonową na chodnikach, a w nawierzchniach ulic innymi mieszankami mineralno-asfaltowymi rozkładanymi mechanicznie.

Przywrócenie stosowania asfaltu lanego do polskiej praktyki drogowej wymagało zaostrożenia wymagań, aby zapewnić jego odpowiednią trwałość (przede wszystkim odporność na deformacje). Konieczne było wyeliminowanie „asfaltu lanego samopoziomującego”, którego główną zaletą jest to, że łatwo się rozkłada. W normie PN-S-96025: 2000 wprowadzono wymagania według niemieckich wzorców. Ich spełnienie pozwala na uzyskanie nawierzchni o odpowiedniej trwałości. Jednak w normie tej zawarte są pewne istotne błędy dotyczące asfaltu lanego.

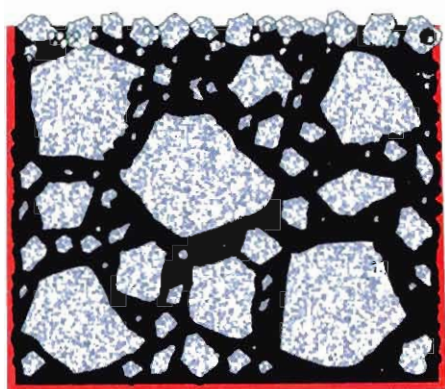
Po pierwsze, tablica wyszczególniająca materiały do warstwy ścierniczej wspólnie podaje materiały do betonu asfaltowego, SMA i asfaltu lanego. Błąd tkwi w pozycji „Piasek”, według której stosowanie piasku naturalnego ograniczone jest do KRI lub 2, a niedopuszczalne jest do KR3-6. W asfalcie lanym stosowanie piasku naturalnego (ewentualnie w mieszance z łamanymi) jest koniecz-

ne ze względu na urabialność, co zostało wspomniane wcześniej. Próba poprawy urabialności w praktyce stało się zwiększanie dodatku Sasobitu, co znacznie zwiększa koszty, a często też nie jest wystarczające.

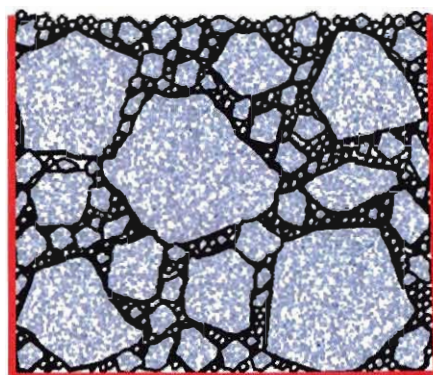
Po drugie, w tablicach rzędnych krzywych granicznych asfaltu lanego do nawierzchni dróg KR3-6 pojawiły się mieszanki o wymiarze do 25 mm i 16 mm. Asfalt lany 16 mm produkowany jest chyba tylko przez szwajcarską firmę Ae Schlimann do warstwy wiążącej. Niemieckie przepisy techniczne podają trzy mieszanki asfaltu lanego: 0/5, 0/8, 0/11.

W Polsce pojawił się nowy termin „asfalt twar dolany” w celu odróżnienia od asfaltu lanego, który powszechnie utożsamiano z samopoziomującym. Intencja może i była słuszna, lecz wielu inżynierów nie zgadzało się z tą propozycją i jej nie stosowało. Zarówno jeden, jak i drugi asfalt są asfalcem lanym, ale o różnych właściwościach.

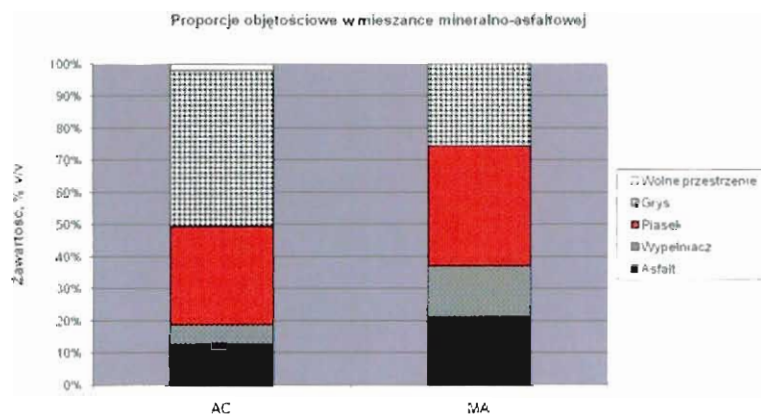
Na początku lat 90. autor podjął w IBDiM pierwsze próby stosowania elastomeru styren-butadien-styren SBS. Ze względu na małą skalę prób i brak instalacji do modyfikacji asfaltu zdecydowano się rozpocząć próby modyfikacji właśnie asfaltu lanego. Po badaniach ▶



Rys. 1. Struktura betonu asfaltowego – przestrzeń między grubszymi ziarnami jest wypełniona drobniejszymi, z pozostawieniem wolnych przestrzeni



Rys. 2. Struktura asfaltu lanego – przestrzeń między ziarnami kruszywa jest wypełniona niemal całkowicie masy asfaltowej (asfalt + wypełniacz)



Rys. 3. Porównanie proporcji objętościowych składników betonu asfaltowego (AC) i asfaltu lanego (MA)

▷ laboratoryjnych przysły próby terenowe na ulicach Warszawy, które przyniosły zachęcające rezultaty. Asfalt lany był rozkładany ręcznie. Mimo zastosowania relatywnie miękkiego asfaltu D70, modyfikowanego SBS-em, asfalt lany był dość trudny do rozkładania. Wykonane nawierzchnie służyły kilkanaście lat w trudnych warunkach obciążenia (przystanek autobusowy w alei Waszyngtona, skrzyżowanie ul. Żelaznej z ul. Proszą, peron Dworca Głównego w Gdańsku). Ze względu na utrudnienia technologiczne i małą skalę, a przede wszystkim brak dostępności rozkładarki asfaltu lanego zaniechano dalszych jego zastosowań, pomimo bardzo dobrych właściwości i rezultatów [4].

Rzeczywisty renesans asfaltu lanego w naszym kraju nastąpił, gdy pojawiły się rozkładarki, które umożliwiły poprawne rozkładanie asfaltu lanego o odpowiednim składzie i właściwościach. Specyficzny sprzęt do transportu i rozkładania jest bowiem podstawą sukcesu zastosowania. Przekonali się o tym m.in. wykonawcy próbujący stosować rozkładarki betonu asfaltowego, czego efekty były straszne.

Jedne z pierwszych, nowych i poprawnych zastosowań asfaltu lanego (zwanego powszechnie asfaltem twardolonym) rozkładanego mechanicznie miały miejsce m.in. w Krakowie i okolicach.

Znanym tam produktem jest asfalt lany o specjalnym składzie i nazwie własnej „Masdef”, modyfikowany elastomerem SBS wdrożony w Budostalu 5. Wykonane z niego nawierzchnie odznaczają się dużą trwałością.

Zawarte w Zeszycie nr 68 [5] zalecenia stosowania asfaltu lanego w nawierzchniach mostowych przyniosły powszechną reaktywację tej technologii w Polsce. Pojawiły się jednak nowe problemy wynikające z braku doświadczenia.

Błędy w specyfikacjach kontraktowych

Projektowanie składu

Podstawowym błędem przy projektowaniu składu jest żądanie stosowania wyłącznie piasku łamanego w asfalcie lanym. Ze względu na urabialność konieczne jest stosowanie mieszanki piasku naturalnego i łamanego. W asfalcie lanym na drogi o mniejszym obciążeniu ruchem lub chodniki nie ma wskazań szczególnych dotyczących proporcji (może być stosowany tylko piasek naturalny). W asfalcie lanym pod ruch ciężki zalecana jest proporcja: piasek naturalny: piasek łamany, jak 1:1. Kryterium końcowym jest spełnienie wymagania penetracji trzpieniem.

Material	Kategoria ruchu					
	KR1-2			KR3-6		
Wymiar górnego sita mieszanki mineralnej D, mm	5 ¹	8	11	5 ¹	8	11
Lepiszczą asfaltowe ²	20 30, 35 50 PMB 25 55-65 ³			20 30, 35 50, PMB 25 55-65 ³		
Kruszywa mineralne	Tablice 4.1, 4.2, 4.3 według WT Kruszywa MMA PU 2006, Część 2					

Tabela 1. Materiały do produkcji asfaltu lanego do warstwy scieralnej nawierzchni drogowych oraz warstwy scieralnej i wiążącej nawierzchni mostowych
¹ tylko do warstwy scieralnej, do wykonania np. ścieku przykrawężnikowego
² prace wymienionych mogą być stosowane inne lepiszcza nienormowe według oprobat technicznych
³ do warstwy scieralnej nawierzchni drogowych oraz do warstwy scieralnej i wiążącej nawierzchni mostowych

Właściwość	MA 5 KR1-6		MA 8 KR1-6		MA 11 KR1-6	
	od	do	od	do	od	do
Wymiar sita Φ , mm						
Przechodzi przez:						
16					100	
11,2			100		90	100
8	100		90	100	70	85
5,6	90	100	75	90		
2	55	65	50	60	45	55
0,063	24	32	22	30	20	28
Orientacyjna zawartość lepiszcza. B _{max}	B _{max 5}		B _{max 8}		B _{max 11}	

Tabela 2. Uziarnienie mieszanki mineralnej i zawartość lepiszcza do asfaltu lanego do warstwy scieralnej lub wiążącej

Właściwość	Metoda badania	Wymaganie w zależności od kategorii ruchu	
		KR1-2	KR3-6
Minimalne zagłębienie trzpienia	PN-EN 13108-20 (D.5.1)	$I_{min 15}$	$I_{min 10}$
Maksymalne zagłębienie trzpienia	PN-EN 12697-20 (D.5.1)	$I_{max 20}$	$I_{max 15}$
Maksymalny przyrost zagłębienia trzpienia po 30 min	PN-EN 12697-20 (D.5.1)	$I_{max 10}$	$I_{max 4}$

Tabela 3. Wymagane właściwości asfaltu lanego do warstw scieralnej i wiążącej nawierzchni mostowych, KR1-6

Wymagania

Jedynym wymaganiami oceniającymi właściwości mechaniczne, stosowanym wobec asfaltu lanego w krajach niemieckojęzycznych i w Polsce, jest badanie penetracji trzpieniem według PN-EN 13108-20 (D.5.1). Jednym z problemów projektantów jest wadliwie pojęta kreatywność. W efekcie można było spotkać wymagania według trzech metod oceny właściwości mechanicznych asfaltu lanego: penetracja trzpieniem, wytrzymałość na ściskanie i moduł sztywności pelzania. W takiej sytuacji pojawia się kilka problemów:

1. Na jakiej podstawie wymaga się zastosowania metod, które zostały opracowane i są stosowane wobec innych mieszanek mineralno-asfaltowych?
2. Na jakiej podstawie zaproponowano wymagania?
3. Jak oceniać asfalt lany spełniający wymaganie pelzania i kryterium według Zeszytu nr 48, a niespełniającego wymagania penetracji trzpieniem?
4. W wypadku 3:
 - a. penetracja trzpieniem jest jedyną poprawną metodą oceny asfaltu lanego,

b. wytrzymałość na ściskanie była niegdyś próbowana w ocenie betonu asfaltowego, teraz jest jeszcze stosowana w Rosji i na Ukrainie (według mojej wiedzy),

c. badanie pelzania zostało opracowane w laboratorium Shell w latach 70. ubiegłego stulecia do oceny betonu asfaltowego, w Polsce zostało upowszechnione w Zeszytcie nr 48.

5. Metoda badania cech mechanicznych, np. odporności na deformację, często powiązana jest z jednym typem mieszanki, na podstawie badań której została opracowana, skalibrowana i w stosunku do niej określono wymagania. Użycie tej metody i wymagań do oceny innej mieszanki prowadzi do dużych nieporozumień i błędów. Przykładem może być badanie koleinowania, które stało się tak popularne na świecie w ostatnich latach. Trzeba wiedzieć, że badanie to w innych od siebie wersjach zostało opracowane w różnych ośrodkach badawczych w kilku krajach. Każda wersja metody wymaga innego sprzętu i jest skalibrowana do innej mieszanki. Jej wadliwe zastosowanie może prowadzić do błędów i nieporozumień. Tak byłoby także w wypadku zastosowania do asfaltu lanego np. dużego koleinomierza LCPC i kryteriów oceny

- ▷ betonu asfaltowego do asfaltu lanego. Nie można tych samych kryteriów oceny stosować do betonu asfaltowego i do asfaltu lanego.

Wytwórnia asfaltu lanego

Asfalt lany może być produkowany w wytwórni mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco, powszechnie używanych do produkcji betonu asfaltowego czy SMA. Często spotykany w specyfikacjach zapis mówi, że wytwórnia musi być wyposażona w system ogrzewania wypełniacza. Nie jest to konieczne, a często stanowi niepotrzebne utrudnienie wykonania kontraktu. W Niemczech, gdzie przecież powszechnie stosuje się asfalt lany, tylko nieliczne wytwórnie mają takie dodatkowe wyposażenie. Dotychczasowe doświadczenia w Niemczech i w Polsce pokazują, że nie jest to konieczne.

Należy też pamiętać, że wykonanie nawierzchni mostowej z asfaltu lanego jest zadaniem wymagającym stosunkowo małej ilości mieszanki asfaltu lanego (nawet duże mosty wymagają niewielkiej jego ilości w porównaniu do masowej produkcji na potrzeby kilometrów nawierzchni drogi lub autostrady). Trudno oczekiwać postawienia specjalnie wyposażonej wytwórni mieszanek tylko w tym celu.

Transport

Asfalt lany po wyprodukowaniu w otaczarce i załadunku do kotła przewoźnego powinien w nim dojrzewać około 2 h. Okres ten nie może być jednak zbyt długi. Stąd w polskich WT Nawierzchnie Asfaltowe podano ograniczenia:

- 12 h przy temperaturze do 230°C asfaltu lanego z asfaltem drogowym,
- 8 h przy temperaturze do 230°C asfaltu lanego z asfaltem modyfikowanym.

Uszorstnienie

Uszorstnienie wymaga tylko warstwa ściernalna. Uszorstnienie warstwy ściernalnej może rozjaśnić nawierzchnię. Stosuje się to zwłaszcza w tunelach. W tym celu wykorzystywane są jasne kruszywa naturalne lub kruszywo syntetyczne. Nie należy uszorstniać warstwy wiążącej - kruszywo do uszorstniania pogorszy połączenie międzywarstwowe. Nie należy też ścieku uszorstniać grysem, bowiem spowoduje to spowolnienie odwodnienia oraz zanieczyszczenie (fot. 7, s. 55).

Asfalt lany w ścieku przykrawężnikowym

Często wymagane jest, aby asfalt lany w ścieku miał ten sam skład i te same właściwości co asfalt lany w części jezdni poddawanej obciążeniu pojazdów. Należy mieć świadomość, że warstwa asfaltu lanego rozkładana jest rozkładarką poruszającą się po prowadnicach (szynach), z których jedna umieszczona jest najczęściej przy krawężniku. W tym wąskim pasie asfalt lany jest rozkładany ręcznie (po lub przed wykonaniem głównego pasa jezdni). Skoro rozkładany jest ręcznie i jednocześnie ma być szczelny, równy itp., to musi być lepiej urabialny niż do rozkładania mechanicznego. Wobec tego musi to być inny asfalt lany.

Ściek przykrawężnikowy powinien być zatem wykonywany ręcznie z asfaltu lanego o drobniejszym uziarnieniu MA-5 lub MA-8

oraz o większej urabialności (o większej zawartości asfaltu) niż asfalt lany przeznaczony na nawierzchnię. W ścieku nie jest ona poddawana obciążeniu kołami pojazdów, a wobec tego nie należy obawiać się deformacji trwałych. Należy natomiast zapewnić szczelność i wodoodporność tego elementu ze względu na przeznaczenie do odprowadzania wody.

Przeciwspadek w ścieku

Forsowane jest wymaganie w przeciwspadku w ścieku przykrawężnikowym. Ma to zapewnić ochronę przed wnikaniem wody przy krawężniku. Ważniejsze jest skuteczne uszczelnienie tego połączenia niż wymaganie odwrotnego spadku.

Przeciwspadek niesie ze sobą wadę w postaci przesunięcia ciekłu wodnego w stronę jezdni, bliżej kół samochodów. Efektem jest większy rozprysk wody pod kołami pojazdów i zwiększenie ryzyka poślizgu na zamrzniętym ciekłu wodnym (powszechnie jest bowiem zatkanie studzienek kanalizacji deszczowej na mostach i zaleganie wody).

Szczególnym kuriozum jest wymaganie przeciwspadku w ścieku 8%. Otóż trzeba być świadomym faktu, że asfaltu lanego o odpowiedniej urabialności do ułożenia ręcznego w ścieku przykrawężnikowym nie da się ułożyć ze spadkiem poprzecznym 8%, bowiem nastąpi spływ mieszanki od krawężnika. A wymaganie 8% nie jest nigdzie spotykane i nie ma żadnego uzasadnienia. Potęguje to natomiast powstanie szczeliny między nawierzchnią a krawężnikiem. W niemieckich ZTV Asphalt wyraźnie jest zapisane, że układanie asfaltu lanego przy spadku większym od 7% wymaga zastosowania specjalnych rozwiązań technicznych. Spadek poprzeczny 2-2,5% jest najzupełniej wystarczający.

Wyrównanie płyty pomostu

Niestety często zdarza się, że nawierzchnią koryguje się błędy wykonania płyty pomostu obiektu inżynierskiego. Należy wówczas rozwiązać problem grubości warstwy (warstw) nawierzchni na izolacji.

W Zeszycie 68 [6] określono grubość warstwy asfaltu lanego 0/8 lub 0/12,8 (obecnie MA-8 lub MA-11) od 3 cm do 5 cm. Należy to rozumieć jako grubość jednej warstwy technologicznej, tj. układanej w pojedynczej operacji technologicznej. Jeśli zachodzi potrzeba uzyskania większej grubości łącznej nawierzchni asfaltowej, można ułożyć kilka takich warstw.

Jeśli przykładowo wykonuje się warstwę nawierzchni o łącznej grubości 4,5-10 cm, to właściwe byłoby wykonanie od jednej do dwóch warstw technologicznych z asfaltu lanego MA-8 lub MA-11. Układanie warstw technologicznych należy zaplanować tak, aby dolna stanowiła warstwę wyrównawczą o grubości do 5 cm i wypełniała zagłębienia. Warstwa górna natomiast także o grubości do 5 cm pokrywała całkowitą powierzchnię płyty wiaduktu. Na tak wykonaną warstwę wyrównującą i wiążącą należy rozłożyć warstwę ściernalną z asfaltu lanego lub SMA.

Uszczelnienie złącza

Najpowszechniej stosowanym rozwiązaniem uszczelnienia złącza lub spoin są taśmy topliwe. Ich zastosowanie w połączeniach asfaltu lanego z urządzeniami obcymi (krawężnik, studzienka) często nie jest skuteczne. Wskutek stosunkowo dużego skurczu warstwy

asfaltu lanego podczas schłodzenia w połączeniu z taśmą topliwą mogą pojawiać się szczeliny. Aby tego uniknąć, należy raczej stosować wypełnienie szczelin zalawą polimeroasfaltową po ułożeniu warstwy, zamiast taśmy topliwej.

W celu uniknięcia złączy technologicznych w nawierzchni z asfaltu lanego, zwłaszcza mostowych, zalecane jest ich wykonywanie bez złączy, tzn. pełną szerokością jezdni i od dylatacji do dylatacji bez zatrzymań. W ten sposób wykonano nawierzchnie na mostach Łazienkowskim i Toruńskim w Warszawie kilkadziesiąt lat temu. Wydaje się, że tym bardziej jest to obecnie osiągalne.

Nowe normy i wytyczne

Jesteśmy obecnie w szczególnym okresie znacznych zmian przepisów technicznych w Europie i Polsce. Są one konsekwencją ogromnego postępu technicznego w światowym drogownictwie (nowe mieszanki mineralno-asfaltowe, nowe lepiszcza, modyfikacja polimerami, nowe metody badań), jak również przemian politycznych w Europie, czego efektem jest także harmonizacja przepisów technicznych w Unii Europejskiej. Obecnie jesteśmy w przededniu wdrożenia tych nowych norm dotyczących mieszank mineralno-asfaltowych i polskiego dokumentu krajowego umożliwiającego ich wdrożenie - Wymagania Techniczne Nawierzchnie Asfaltowe Drogowe i Lotniskowe (WT Nawierzchnie Asfaltowe DiL). Warto zatem przytoczyć podstawowe informacje, zalecenia i wymagania zawarte w końcowym projekcie WT Nawierzchnie Asfaltowe DiL.

WT Nawierzchnie Asfaltowe DiL

Warstwa ścieralna może być wykonana z betonu asfaltowego AC S, z mieszanki SMA, z betonu asfaltowego do bardzo cienkich warstw BBTM, z asfaltu lanego MA lub asfaltu porowatego PA. Asfalt lany w warstwach ścieralnych nawierzchni drogowych może być stosowany wyłącznie pod warunkiem rozkładania mechanicznego. Rozkładanie ręczne asfaltu lanego jest dopuszczalne w ściekach przykrawężnikowych.

Materiały

Do asfaltu lanego do nawierzchni drogowych i mostowych należy stosować kruszywa i lepiszcza według tabeli 1 (s. 57), z uwzględnieniem obciążenia ruchem.

Uwaga: do pierwotnej wersji wymagań wobec kruszywa drobnego (piasku) wprowadzono poprawkę dotyczącą kanciastości - wymagana kategoria do asfaltu lanego E₁₀₀ (umożliwia to stosowanie piasku naturalnego).

Uziarnienie mieszanki mineralnej i zawartość lepiszcza

Asfalt lany do warstwy ścieralnej nawierzchni drogowych oraz warstwy ścieralnej i wiążącej nawierzchni mostowych obciążonych ruchem KR1-6 powinien mieć uziarnienie mieszanki mineralnej mieszające się w podanych granicach i orientacyjną zawartość lepiszcza (tabela 2, s. 57).

Wymagane właściwości mieszanki mineralno-asfaltowej

Asfalt lany do warstwy ścieralnej nawierzchni drogowych oraz warstwy ścieralnej i wiążącej nawierzchni mostowych obciążonych

ruchem KR1-6 powinien spełniać podane wymagania zależnie od obciążenia ruchem (tabela 3). Asfalt lany MA-5 do rozkładania ręcznego (np. w ścieku przykrawężnikowym) powinien spełniać wymagania jak dla KR1-2.

Transport mieszanki mineralno-asfaltowej

Asfalt lany powinien być przewożony w kotłach termoizolowanych z mieszadłem i musi być cały czas mieszany w kotle. Warunki i czas transportu mieszank mineralno-asfaltowych od produkcji do wbudowania powinny zapewniać utrzymanie temperatury w określonym przedziale. Czas transportu (od załadunku do rozładunku) nie powinien przekraczać:

- 12 h przy temperaturze do 230°C asfaltu lanego z asfaltem drogowym,
- 8 h przy temperaturze do 230°C asfaltu lanego z asfaltem modyfikowanym.

Asfalt lany, który został ogrzany przez dłuższy czas lub w wyższej temperaturze, nie może być użyty do wbudowania.

Zakończenie

Asfalt lany jest dobrą, sprawdzoną technologią wykonywania nawierzchni drogowych i mostowych. Zwłaszcza w tym drugim zastosowaniu wykazuje przewagę nad innymi mieszankami mineralno-asfaltowymi na gorąco. Asfalt lany w odróżnieniu od wszystkich innych mieszank nie wymaga zagęszczenia walcami. Wobec tego doskonale spełnia funkcję warstwy ochronnej izolacji mostowej. Jest też mieszanką szczelną, odporną na działanie wody i środków odładzających.

Polskie doświadczenia z asfaltem lanym w znakomitej większości zastosowań wykazywały wady w postaci deformacji trwałych. Powodem było niechlujstwo produkcji i wykonania przy ręcznym rozkładaniu mieszanki. W nielicznych przypadkach, gdy kontrolowana była jakość produkcji i mechanicznego rozkładania warstw nawierzchni dużych mostów, trwałość nawierzchni sięgnęła ćwierć wieku.

Warto reaktywować tę technologię w jej najlepszym, dostępnym wydaniu w modernizacji i rozbudowie sieci dróg i mostów w naszym kraju. □

Piśmiennictwo

1. ZTV-ING *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten*. Teil 7 Brückenbeläge. Entwurf 22.09.2002
2. ZTV-BEL-ST 92 *Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Herstellung von Brückenbelägen auf Stahl*. Fassung 1995.
3. Steinauer B., Scharnigg K., Yang J: *Gussasphaltbeläge auf Stahlbrücken*. RWTH Aachen, Dezember 2004 (raport z pracy badawczej, skrót: Strasse+Autobahn 7.2005).
4. Sybilski D., Szczepaniak Z.: *Doświadczenia w stosowaniu asfaltu lanego modyfikowanego polimerem butadienowo-styrenowym*. Prace IBDiM 2, 1991,45-66.
5. Germaniuk K., Sybilski D.: *Zalecenia wykonywania izolacji z pap zgrzewalnych i nawierzchni asfaltowych na drogowych obiektach mostowych*. IBDiM, Informacje, Instrukcje, zeszyt 68, 2005.