

Sposób spieniania asfaltu z zastosowaniem dodatku dwuskładnikowego mineralnego

Przedmiotem wynalazku jest sposób spieniania asfaltu z zastosowaniem dodatku dwuskładnikowego mineralnego, który jest dodawany do mieszanki mineralnej przed dozowaniem asfaltu.

Z załącznika do zarządzenia nr 47 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 18.11.2014 r. NAWIERZCHNIE ASFALTOWE NA DROGACH KRAJOWYCH WT-2 2014 – część I Mieszanki mineralno-asfaltowe Wymagania Techniczne (WT 2 2014), str. 22, 25, 27, 28, 31, 34, 38, 39, 41 znane są wymagania odnośnie uziarnienia mieszanki mineralnej i zawartości lepiszcza asfaltowego do mieszanek mineralno-asfaltowych do warstw podbudowy, wiążącej, wyrównawczej i ścieralnej.

Z WT 2 2014 punkt 7.2 strona 15 znane są również rodzaje lepiszczy asfaltowych stosowanych w mieszankach mineralno-asfaltowych. Są to:

- asfalty drogowe według PN-EN 12591:2010,
- asfalty modyfikowane polimerami według PN-EN 14023:2011,
- asfalty drogowe wielorodzajowe według PN-EN 13924-2:2014-04.

Z publikacji Rubio M.C., Martínez G., Baena L., Moreno F. Warm mix asphalt: an overview. Journal of Cleaner Production, 2012, 24, str. 76–84, znane są różne metody spieniania asfaltu: bezpośrednie spienianie asfaltu wodą oraz spienianie asfaltu poprzez dodatki zawierające wodę np. zeolity.

Z publikacji Wozzuk A., Franus W. 2017 A review of the application of zeolite materials in Warm Mix Asphalt technologies. Applied sciences, 7, 293, wiadomo, że spienianie asfaltu przez dodatki zawierające wodę w postaci zeolitów umożliwia obniżenie temperatury produkcji i zagęszczania mieszanek mineralno-asfaltowych, w skrócie MMA, od 15 do 40°C, w efekcie czego uzyskuje się tzw. „mieszanki mineralno-asfaltowe na ciepło”.

Z publikacji Rubio M.C., Martínez G., Baena L., Moreno F. Warm mix asphalt: an overview. Journal of Cleaner Production, 2012, 24, str. 76–84, znane są korzyści stosowania mieszanek mineralno-asfaltowych na ciepło. Zmniejszenie temperatury produkcji MMA to redukcja emitowanego przez wytwórnię ditlenku węgla o ok. 30–40%, a innych związków niebezpiecznych – nawet o 70%. Zmniejsza się również emisja wycieków i aerozoli co wpływa na zdrowie i komfort pracy osób zatrudnionych przy produkcji i wbudowywaniu MMA.

Z publikacji D'Angelo J., Bartoszek J., Corrigan M., Jones W., Newcomb D., Prowell B. Warm–Mix Asphalt: European Practice, 2008, wiadomo, że podczas produkcji mieszanek mineralno–asfaltowych w 180°C emisje gazów i oparów osiągają już bardzo wysokie wartości. Niewielki ich udział występuje w temperaturze 150°C.

Sposobem spieniania asfaltu jest zastosowanie dodatku zeolitu syntetycznego o nazwie handlowej Aspaha-Min, opisanego w publikacji Hurley G., Prowel B., Evaluation of Aspha-Min zeolite for use in warm mix asphalt., National Center for Asphalt Technology, Auburn 2005. Zeolit Aspaha-Min dodawany jest to mieszanki mineralno-asfaltowej w tym samym czasie co lepiszcze asfaltowe, w ilości

0,3% w stosunku do masy mieszanki mineralno-asfaltowej, co obniża temperaturę produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej o 12°C.

5 Z opisu patentowego nr PL230907 (B1) znany jest sposób spieniania asfaltu, w którym do gorącego asfaltu o temperaturze od 145°C do 180°C dodaje się mieszaninę zeolitu z wodą w ilości od 2% do 10% wagowo w stosunku do masy asfaltu i miesza się do momentu rozpoczęcia spieniania asfaltu. Następnie spieniony asfalt dodaje się do mieszanki mineralnej o temperaturze od 115°C do 140°C i miesza się do uzyskania całkowitego otoczenia kruszywa asfaltem. Powstałą mieszkankę mineralno-asfaltową kondycjonuje się i zagęszcza w temperaturze 105°C -130°C.

10 Z opisu patentowego nr PL230908 (B1) znany jest sposób spieniania asfaltu, w którym do gorącego asfaltu o temperaturze od 145°C do 180°C dodaje się mieszaninę mezoporowatego materiału krzemionkowego o uporządkowanej strukturze z wodą w ilości od 2% do 10% wagowo w stosunku do masy asfaltu i miesza się do momentu rozpoczęcia spieniania asfaltu. Następnie spieniony asfalt dodaje się do mieszanki mineralnej o temperaturze od 115°C do 140°C i miesza się do uzyskania całkowitego otoczenia kruszywa asfaltem. Powstałą mieszkankę mineralno-asfaltową kondycjonuje się i zagęszcza
15 w temperaturze 105°C -130°C.

Wermikulit jest stosowany w budownictwie jako materiał izolacyjny. Z opisu zgłoszenia patentowego nr CN109651828 (A) znane jest zastosowanie wermikulitu, który po połączeniu z składnikami w postaci glikolinu propylenowego, nanoproszku spinelu i ognioodpornymi włóknami kompozytowymi z poliamidu stanowi dodatek do asfaltu o działaniu zmniejszającym palność asfaltu
20 i tłumiącym dym.

Z opisu zgłoszenia patentowego nr CN110041717 (A) znane jest zastosowanie wermikulitu w procesie przygotowania dodatku do mieszanek mineralno-asfaltowych na ciepło. Zgodnie ze sposobem przygotowania poprzez zmieszanie wermikulitu i żuźla wielkopieczowego powstają porowate cząstki, w których w procesie tworzenia polimeru osadzają się kryształki siarczanu miedzi
25 utworzone przez siarczan miedzi, jednocześnie cząstki są owijane utworzonymi polimerami które mają silną zdolność wiązania z asfaltem. Uzyskuje się zwiększoną zdolność wiązania asfaltu i materiału podstawowego, zwiększoną odporność na pęknięcie w niskiej temperaturze, a ponadto wydajność spieniania asfaltu poprawia się poprzez uwalnianie się związanej w kryształach siarczanu miedzi wody. Zsyntetyzowana ciecz jonowa może poprawić stabilność asfaltu, a pierwiastki takie jak siarka,
30 zmniejszają lepkość asfaltu przez co efektywność wytwarzania mieszanki na ciepło została poprawiona.

Celem wynalazku jest obniżenie temperatury produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej, przy zachowaniu ciągu technologicznego jak podczas produkcji mieszanek na gorąco oraz poprawa trwałości zmęczeniowej i odporności na deformacje trwałe wytworzonej mieszanki.

Istotą sposobu spieniania asfaltu z zastosowaniem dodatku dwuskładnikowego mineralnego zawierającego zeolit naturalny oraz z zastosowaniem mieszanki mineralnej jest to, że do zeolitu naturalnego wymieszanego z wermikulitem w proporcjach wagowych od 1:4 do 4:1 dodaje się wodę
35 w ilości od 25 do 150% wagowych suchej mieszanki i miesza się do momentu uzyskania mieszaniny o jednolitej strukturze. Następnie dodaje się tą wytworzoną mieszaninę do mieszanki mineralnej o temperaturze od 110 do 135°C i miesza się przez czas od 15 do 180 s, przy czym stosunek masy

mieszaniny, do założonej masy mieszanki mineralno-asfaltowej wynosi od 0,2 do 2% wagowych. W dalszej kolejności dodaje się asfalt rozgrzany do temperatury od 140 do 175°C i miesza się i mieszano do momentu całkowitego otoczenia kruszyw spienionym asfaltem. Po czym mieszankę mineralno-asfaltową kondycjonuje się i zagęszcza w temperaturze od 105 do 130°C. Pożądane jest aby
5 mieszankę mineralno-asfaltową kondycjonować w czasie od 15 do 60 min.

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest obniżenie temperatury produkcji mieszanki mineralno-asfaltowej, co wpływa na zmniejszenie zużycia energii, niższe koszty produkcji oraz zmniejszenie emisji związków niebezpiecznych i zmniejszenie negatywnego wpływu na ludzi zajmujących się bezpośrednio produkcją i wbudowywaniem mieszanek mineralno-asfaltowych.

10 Kolejną zaletą jest to, że zastosowane materiały w postaci zeolitu naturalnego i wermikulitu charakteryzujących się dużą powierzchnią właściwą oraz dużą objętością mezoporów, co umożliwia wchłonięcie znacznej ilości wody. Przy czym intensywność oddawania pochłoniętej wody jest większa w przypadku wermikulitu, co wpływa na wzrost efektywności spieniania asfaltu i umożliwia skrócenie czasu kondycjonowania wytworzonej mieszanki mineralno-asfaltowej.

15 Zastosowanie wynalazku daje możliwość wytwarzania mieszanek mineralno-asfaltowych według wynalazku w istniejących wytwórniach mas bitumicznych lub przy niewielkiej ich modyfikacji.

Do korzystnych skutków należy również wzrost trwałości zmęczeniowej wytworzonych mieszanek mineralno-asfaltowych oraz podwyższona odporność na deformacje trwałe.

Przykłady

20 Mieszanki mineralno-asfaltowe z betonu asfaltowego o maksymalnym uziarnieniu kruszywa 16 przeznaczone na warstwę wiążącą - AC 16 W, przygotowywano w laboratorium według składu przedstawionego w tabeli 1.

Tabela 1. Składniki mieszanki mineralno-asfaltowej w 1 i 2 przykładzie wykonania

Nazwa składnika mieszanki	Udział masowy składników w mieszance [% wagowych]	
	mieszanka mineralna	mieszanka mineralno-asfaltowa
Wypełniacz wapienny	3,5	3,3
Kruszywo drobne 0/2	36,5	34,8
Kruszywo grube 2/8	23,0	22,0
Kruszywo grube 8/11	17,0	16,2
Kruszywo grube 11/16	20,0	19,1
Asfalt 35/50		4,6

25 Poszczególne składniki i parametry dla poszczególnych mieszanek przedstawiono w tabeli 2.

Zeolit naturalny o powierzchni właściwej F_z zbadanej zgodnie z normą ISO 9277:2010, powierzchni mezoporów X_z zbadanej zgodnie z normą ISO 9277:2010 i objętości mezoporów Y_z 0,235 zbadanej zgodnie z normą ISO 9277:2010 w ilości m_z wymieszano z wermikulitem o powierzchni właściwej F_w zbadanej zgodnie z normą ISO 9277:2010, powierzchni mezoporów X_w zbadanej zgodnie z normą ISO 9277:2010 i objętości mezoporów Y_w zbadanej zgodnie z normą ISO 9277:2010 w ilości m_w i

dodano wodę w ilości uH_2O suchej mieszanki – mH_2O i mieszano do uzyskania mieszaniny o jednolitej strukturze przez czas t_1 . Uzyskaną mieszaninę dodano do mieszanki mineralnej rozgrzanej do temperatury T_1 i mieszano przez czas t_2 . Ilość dodanej mieszaniny wynosiła mm , co stanowi um w stosunku do założonej masy mieszanki mineralno-asfaltowej wynoszącej $mmm-a$. Następnie dodano 5 asfalt rozgrzany do temperatury T_a i mieszano do momentu całkowitego otoczenia kruszyw spienionym asfaltem przez czas t_3 . Gotowy zarób wstawiono do suszarki rozgrzanej do temperatury zagęszczania T_z i kondycjonowano przez czas t_k . Następnie wykonano próbki przeznaczone do badania trwałości zmęczeniowej i wykonano badanie wg normy PN-EN 12697-24, metodą belki 4-punktowo zginanej przy częstotliwości odkształceń wynoszącej 10 Hz i poziomie odkształcenia wynoszącym $100 \mu m/m$, oraz 10 wykonano próbki przeznaczone do badania odporności na deformacje trwałe zgodnie z normą PN-EN 12697-22 + A1:2008, metoda B, w powietrzu.

Tabela 2. Dane dotyczące przykładów wykonania

Wyszczególnienie	1 przykład wykonania	2 przykład wykonania
Rodzaj zeolitu	Zeolit naturalny klinoptilolit	Zeolit naturalny klinoptilolit
Powierzchni właściwa zeolitu F_z [$m^2 \cdot g^{-1}$]	17	17
Powierzchnia mezoporów zeolitu X_z [$m^2 \cdot g^{-1}$]	7,0	7,0
Objętości mezoporów zeolitu Y_z [$cm^3 \cdot g^{-1}$]	0,045	0,045
Ilość zeolitu m_z [g]	20	1280
Powierzchni właściwa wermikulitu F_w [$m^2 \cdot g^{-1}$]	12	12
Powierzchnia mezoporów wermikulitu X_w [$m^2 \cdot g^{-1}$]	7,9	7,9
Objętości mezoporów wermikulitu Y_w [$cm^3 \cdot g^{-1}$]	0,015	0,015
Ilość wermikulitu m_w [g]	80	320
Ilość dodanej wody uH_2O [% wagowych]	150	25
Ilość dodanej wody mH_2O [g]	150	400
Czas mieszania t_1 [s]	30	30
Temperatura mieszanki mineralnej T_1 [°C]	135	110
Czas mieszania t_2 [s]	180	15
Ilość dodanej mieszaniny m_m [g]	160	1600
Ilość dodanej mieszaniny u_m [% wagowych]	0,2	2
Założona masa mieszanki mineralno-asfaltowej m_{mm-a} [kg]	80	80
Temperatura asfaltu T_a [°C]	175	140
Czas mieszania t_3 [s]	120	120
Temperatura zagęszczania T_z [°C]	130	105
Czas kondycjonowania t_k [min]	60	15
Liczba cykli obciążenia do utarty trwałości zmęczeniowej	123 015	106 248
Proporcjonalna głębokość koleiny PRD_{AIR} [%]	6,4	7,3
Przyrost głębokości koleiny WTS_{AIR} [mm/10 ³ cykli]	0,11	0,13

W celu skonfrontowania wyników przeprowadzonych badań z zastosowaniem wynalazku z wynikami badań z zastosowaniem dotychczasowej technologii produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych na gorąco, zrealizowano ten proces z zastosowaniem materiałów pochodzących z tego samego źródła oraz składem ilościowym przedstawionym w tabeli 1. Wyniki badań przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Wyniki badań mieszanki mineralno-asfaltowej wytworzonej w technologii na gorąco, gdzie temperatura mieszanki mineralnej wynosiła 180°C, a temperatura zagęszczania wynosiła 140°C

Właściwości	Wynik badania
Liczba cykli obciążenia do utarty trwałości zmęczeniowej	92 302
Proporcjonalna głębokość koleiny PRD_{AIR} [%]	7,9
Przyrost głębokości koleiny WTS_{AIR} [mm/10 ³ cykli]	0,15

RZECZNIK PATENTOWY
Maciej Nowicki
 mgr inż. Maciej Nowicki
 Nr wp. 3476