

Sposób spieniania asfaltu z zastosowaniem dodatku mineralnego

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

5 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.

10 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

15 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 Woszuk 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”.

25 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 wyziewów i aerozoli co wpływa na zdrowie i komfort pracy osób zatrudnionych przy produkcji i wbudowywaniu MMA.

30 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.

35 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.

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 mieszanę mineralno-asfaltową kondycjonuje się i zagęszcza w temperaturze 105°C -130°C.

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 mieszanę mineralno-asfaltową kondycjonuje się i zagęszcza 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 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 kryształy siarczanu miedzi 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 pękanie 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, 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 mineralnego oraz z zastosowaniem mieszanki mineralnej jest to, że do wermikulitu dodaje się wodę w ilości od 50 do 250% wagowych suchego materiału 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 mieszanę mineralno-asfaltową kondycjonuje się

i zagęszcza w temperaturze od 105 do 130°C. Pożądane jest aby 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. Vermikulit charakteryzuje się dużą powierzchnią właściwą oraz dużą objętość mezoporów, co umożliwia wchłonięcie znacznej ilości wody co umożliwia wchłonięcie znacznej ilości wody. Intensywność oddawania pochłoniętej wody przez wermikulit wpływa na wzrost efektywności spieniania asfaltu i umożliwia skrócenie czasu kondycjonowania wytworzonej mieszanki mineralno-asfaltowej. 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

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

Wykonanie mieszanek mineralno-asfaltowych w przykładach wykonania przeprowadzono według poniżej opisanych czynności.

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

Do wermikulitu 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 m_m , co stanowi u_m w stosunku do założonej masy mieszanki mineralno-asfaltowej

- wynoszącej mmm-a. Następnie dodano 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 $100 \mu\text{m/m}$, oraz 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
Powierzchni właściwa wermikulitu F_w [$\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$]	12	12
Powierzchnia mezoporów wermikulitu X_w [$\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$]	7,9	7,9
Objętości mezoporów wermikulitu Y_w [$\text{cm}^3\cdot\text{g}^{-1}$]	0,015	0,015
Ilość wermikulitu m_w [g]	50	1200
Ilość dodanej wody $u\text{H}_2\text{O}$ [%wagowych]	250	50
Ilość dodanej wody $m\text{H}_2\text{O}$ [g]	125	600
Czas mieszania t_1 [s]	30	30
Temperatura mieszanki mineralnej T_1 [$^{\circ}\text{C}$]	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 mmm-a [kg]	80	80
Temperatura asfaltu T_a [$^{\circ}\text{C}$]	175	140
Czas mieszania t_3 [s]	120	120
Temperatura zagęszczania T_z [$^{\circ}\text{C}$]	130	105
Czas kondycjonowania t_k [min]	60	15
Liczba cykli obciążenia do utarty trwałości zmęczeniowej	131183	103861
Proporcjonalna głębokość koleiny PRD_{AIR} [%]	6,6	7,4
Przyrost głębokości koleiny WTS_{AIR} [$\text{mm}/10^3$ cykli]	0,09	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

10

RZECZNIK PATENTOWY

Maciej Nowicki
mgr inż. Maciej Nowicki
Nr wp. 3476