

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **235765**
(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **421198**

(51) Int.Cl.
C08L 95/00 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **06.04.2017**

(54)

Zbrojona mieszanka mineralno-asfaltowa

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

08.10.2018 BUP 21/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

19.10.2020 WUP 16/20

(73) Uprawniony z patentu:

**PRZEDSIĘBIORSTWO BUDOWNICTWA
DROGOWEGO TRE-DROM
SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Biała Podlaska, PL
INSTYTUT BADAWCZY DRÓG I MOSTÓW,
Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**WOJCIECH BAŃKOWSKI, Warszawa, PL
DARIUSZ SYBILSKI, Warszawa, PL
RENATA HORODECKA, Warszawa, PL
KRZYSZTOF MIRSKI, Warszawa, PL
MARCIN GAJEWSKI, Lipiny Stare, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Adam Pawłowski

PL 235765 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest zbrojona mieszanka mineralno-asfaltowa, przeznaczona zwłaszcza do wykonywania zabiegów remontowych na nawierzchniach dróg o złym stanie, w szczególności nawierzchni spękanych, w tym pochodzenia termicznego i zmęczeniowego.

Zazwyczaj dodatek włókien, zarówno naturalnych jak i sztucznych, poprawia właściwości wiążące kruszywo z mieszanką bitumiczną, a także poprawia właściwości fizykochemiczne, zwłaszcza zmniejszeniem wrażliwości nawierzchni na zmianę objętości w zależności od warunków atmosferycznych, jak również poprawia przyczepność nawierzchni.

W angielskim opisie patentowym nr GB447416 ujawniono mieszaninę asfaltu i włókien w postaci gumy, pozyskanej ze zużytych opon samochodowych bądź kauczuku lub lateksu, przy czym mieszanina ta może być podgrzewana i uzupełniona o oleje, kalafonię, może służyć jako powłoka podkładowa do nawierzchni.

W chińskim opisie patentowym nr CN1908069 ujawniono mieszaninę, w skład której wchodzi smoly zmodyfikowane i włókna polimerowe o nieregularnych kształtach oraz kruszywa i asfalt, przy czym włókna mogą być poliestrowe, poliakrylnitrylowe, poliamidowe lub ich kompozycje, co poprawia własności adhezyjne i parametry wytrzymałościowe nawierzchni.

Z amerykańskiego opisu patentowego US 9 469 944 znany jest sposób przygotowania włókien aramidowych poprzez powleczenie ich woskiem FT. W ten sposób włókna są zlepiane ze sobą i dozowane do betonów asfaltowych (ACC, ang. Asphalt Cement Concrete), gdzie pod wpływem temperatury wosk się rozpuszcza, uwalnia włókna i jednocześnie wosk oddziałuje na lepniejsze asfaltowe. Tego rodzaju wosk zmniejsza lepkość asfaltu, ułatwia otoczenie kruszywa asfaltem i może być stosowany w celu obniżenia temperatur technologicznych w procesie produkcji.

Z amerykańskiego zgłoszenia patentowego US 2014 0303288 znany jest beton asfaltowy (ACC, ang. Asphalt Cement Concrete) z dodatkiem różnych włókien, w tym włókien aramidowych.

Stosowanie cienkich warstw ścieralnych na gorąco jako zabiegu utrzymaniowego, który przywraca właściwości jezdne nawierzchni zapewniające komfort i bezpieczeństwo użytkowników jest technologią znaną i stosowaną, ujętą m.in. w Katalogu Wzmocnień i Remontów Nawierzchni Podatnych i Półsztywnych. W tym celu najczęściej stosuje się mieszanki o nieciągłym uziarnieniu. Rozwiązanie takie opiera się na kruszywie mineralnym oraz polimeroasfalcie. Stosowane są dodatki w postaci środków adhezyjnych najczęściej aminowych oraz włókien celulozowych. Włókna celulozowe są wprowadzane w celu ograniczenia efektu spływania asfaltu z mieszanki mineralnej, ze względu na swoje właściwości wytrzymałościowe nie stanowią zbrojenia.

Celem wynalazku jest opracowanie takiej zbrojonej mieszanki mineralno-asfaltowej, która umożliwi wykonywanie zabiegów remontowych na nawierzchniach dróg o złym stanie, w szczególności nawierzchni spękanych, w tym pochodzenia termicznego i zmęczeniowego.

Różnica pomiędzy betonem asfaltowym, którego dotyczą publikacje US 9 469 944 i US 2014 0303288, a mieszanką mineralno-asfaltową o nieciągłym uziarnieniu według niniejszego wynalazku jest zasadnicza i wynika z proporcji stosowanych składników. W szczególności istotne jest uziarnienie mieszanki mineralnej (kruszywowej) będącej podstawowym składnikiem. W betonie asfaltowym do warstwy ścieralnej uziarnienie jest ciągłe, udział wagowy frakcji wypełniaczowej (<0,063 mm) wynosi około 5–10%, frakcji piaskowej (0,063 do 2 mm) 30–40% oraz frakcji grysowej 50–65%, zawartość asfaltu wynosi około 5–6%. W odróżnieniu, mieszanki o nieciągłym uziarnieniu charakteryzują się uziarnieniem nieciągłym, udział wagowy frakcji wypełniaczowej (<0,063 mm) wynosi około 4–6%, frakcji piaskowej (0,063 do 2 mm) 20–30% oraz frakcji grysowej 75–85%, zawartość asfaltu wynosi około 6–8%. W efekcie uzyskiwana jest różna struktura mieszanki mineralno-asfaltowej. W betonie asfaltowym przestrzeń między największymi ziarnami wypełniona jest ziarnami mniejszymi oraz mastyksem asfaltowym. W mieszance o nieciągłym uziarnieniu brak jest ziaren o pośrednim rozmiarze, stąd największe ziarna kruszywa stykają się miejscami ze sobą, wzajemnie się klinując, a przestrzeń pomiędzy wypełniona jest kruszywem drobnym i mastyksem asfaltowym. W ten sposób uzyskuje się zarówno różne właściwości związane z większym kątem tarcia wewnętrznego w mieszance o nieciągłym uziarnieniu, jak również różną teksturę wykonanej warstwy nawierzchni. Warstwa betonu asfaltowego ma teksturę zamkniętą, natomiast mieszanka o nieciągłym uziarnieniu teksturę otwartą, co przekłada się na lepsze właściwości przeciwhałasowe i lepszy współczynnik szorstkości. W technologii nawierzchni asfaltowych wyraźnie różni się beton asfaltowy od mieszanek o nieciągłym uziarnieniu, które w zależności od kraju mogą być nazywane jako „gap-graded”, „S-shaped”, BBTM, MNU i inne.

Mieszanka mineralno-asfaltowo-aramidowa według wynalazku nadaje się w szczególności do wykonywania zabiegów remontowych na nawierzchniach dróg o złym stanie, w szczególności nawierzchni spękanych, w tym pochodzenia termicznego i zmęczeniowego. Odpowiedni skład mieszanki według wynalazku zapewnia uzyskanie warstwy o wysokich parametrach wytrzymałościowych, a w szczególności odporności na oddziaływanie wody, odporności na pękanie niskotemperaturowe i odporności na propagację pęknięcia oraz odporności na koleinowanie. Są to cechy kluczowe dla uzyskania warstwy ścieralnej (wierzchniej) o wysokiej trwałości eksploatacyjnej, odpornej na działanie czynników klimatycznych i środowiskowych. Znamienne jest zwiększenie odporności na propagację pęknięć od niżej położonych, starych warstw konstrukcyjnych.

Wprowadzenie włókien aramidowych do mieszanki pozwala uzyskać efekt przestrzennego zbrojenia rozproszonego. Uzyskana w ten sposób struktura przestrzenna składa się z mieszaniny kruszywa mineralnego o określonym uziarnieniu, otoczonego asfaltem oraz włókien aramidowych zatopionych w mastyksie asfaltowym wypełniających przestrzeń między ziarnami grysowymi.

Włókna aramidowe posiadają znacznie wyższą odporność na rozciąganie niż pozostałe poliamidy. Jest to efekt budowy wewnętrznej ugrupowań aromatycznych i wiązań amidowych tworzących strukturę o dużej sztywności i uporządkowanej mikroteksturze.

Wpływ zastosowania włókien aramidowych jest widoczny w warunkach kiedy mieszanka mineralno-asfaltowo-aramidowa według wynalazku poddawana jest oddziaływaniom rozciągającym, a w szczególności na skutek skurczu termicznego, zginania oraz koncentracji naprężeń od spękań niżej położonych warstw konstrukcyjnych (zjawisko karbu). W takim stanie obciążenia włókna aramidowe przejmują część naprężeń, zwiększając odporność kompozytu na rozciąganie i opóźniając proces uszkodzenia.

Zastosowanie asfaltu wysokomodyfikowanego polimerem 45/80-80 zapewnia dobre właściwości funkcjonalne mieszanki w wysokiej i niskiej temperaturze.

Efektem odpowiedniego składu mieszanki mineralno-asfaltowo-aramidowej według wynalazku jest uzyskanie wysokich właściwości mechaniczno-wytrzymałościowych, które istotnie przekraczają wyniki mieszanek o nieciągłym uziarnieniu.

W szczególności, w badaniu TSRST (ang. Thermal Stress Restrained Specimen Test) stwierdzono dla mieszanki mineralno-asfaltowo-aramidowej według wynalazku następujące parametry:

- temperatura pęknięcia poniżej -35°C ;
- trwałość zmęczeniowa wyrażona parametrem ε_6 powyżej 280 mm/m;
- odporność na koleinowanie w dużym aparacie do 10% głębokości koleiny.

Parametry te zostały uwzględnione w wymaganiach dla mieszanki podanych w tablicach poniżej.

T a b e l a 1
Wymagania (wartości minimalne) dla mieszanki mineralno-asfaltowo-aramidowej

Właściwość	Warunki zagęszczania wg PN-EN 13108-20	Metoda i warunki badania	Wymagania
Minimalna i maksymalna zawartość wolnych przestrzeni	C.1.5, żyrator, 25 obrotów	PN-EN 12697-31	V_{g12-19}
Odporność na deformacje trwałe: proporcjonalna głębokość koleiny, %	C.1.20, wałowanie, $P_{98}-P_{100}$	PN-EN 12697-22, duży aparat, PN-EN 13108-20, D.1.6, 60°C , 10 000 cykli	P_{10}

Odporność na pękanie niskotemperaturowe, °C	C.1.20, wałowanie, P ₉₈ -P ₁₀₀	PN-EN 12697-46, p. 8.2, metoda TSRST	<-35
Trwałość zmęczeniowa	C.1.20, wałowanie, P ₉₈ -P ₁₀₀	PN-EN 12697-24, 4PB-PR, 10°C, 10Hz	ϵ_{6-280}
Wrażliwość na działanie wody	C.1.1, ubijanie, 2 × 35 ud.	PN-EN 12697-12, kondycjonowanie w 40 °C z jednym cyklem zamrażania ^{b)} , badanie w 25 °C	$ITSR_{90}$
Maksymalna spływność lepiszcza	-	PN-EN 12697-18, p. 5	$D_{0,3}$

T a b e l a 2
Wymaganie w zakresie uziarnienia mieszanki mineralnej

Właściwość	Przesiew, [% (m/m)]	
Wymiar sita #, mm:	od	do
11,2	100	100
8	90	100
5,6	40	75
2	25	35
0,063	6	10

Zastosowanie kompleksowe zaproponowanych rozwiązań istotnie wpływa na trwałość wykonanych zabiegów utrzymaniowych. Szacuje się, że w zależności od stanu nawierzchni i obciążenia ruchem zabiegi utrzymaniowe pozwalają zachować odpowiedni stan warstwy ścieralnej na 5–8 lat, a proponowane rozwiązanie wydłuży ten okres o co najmniej o kolejne 3 do 8 lat. Zwiększenie efektywności może zostać osiągnięte przez ułożenie dodatkowej warstwy wiążącej.

Przedmiotem wynalazku jest więc zbrojona mieszanka mineralno-asfaltowa, zawierająca:

- mieszankę kruszywa mineralnego, spełniającą wymagania techniczne jak dla kruszyw drogowych do mieszanek mineralno-asfaltowych do warstwy ścieralnej, które tworzy mieszankę mineralną o dopuszczalnej krzywej uziarnienia (zgodnie z Tabelą 2), w ilości od 92 do 94% wagowo;
- asfalt wysokomodyfikowany polimerem SBS (Kauczuk Styren Butadien Styren) rodzaju 45/80-80 określonego wg normy PN-EN 14023:2011, w ilości od 6 do 8% wagowo;
- środek adhezyjny, w celu poprawienia przyczepności asfaltu do kruszywa, w ilości od 0,1 do 0,5% wagowo w stosunku do masy asfaltu;

- włókna aramidowe o długości od 15 do 25 mm, korzystnie 19 mm, o polu przekroju od 0,0014 do 0,02 mm², przykładowo o przekroju okrągłym lub prostokątnym (przykładowo o szerokości 0,5 mm i wysokości przekroju 0,03 mm), w ilości od 0,025 do 0,06%, korzystnie 0,03% wagowo.

Kruszywa mineralne powinny spełniać wymagania dla kruszyw mineralnych do mieszanek o nieciągłym uziarnieniu, przykładowo zgodnie z dokumentem WT-1 Wymagania Techniczne „Kruszywa do mieszanek mineralno-asfaltowych i powierzchniowych utrwaleń na drogach krajowych”, wydanym przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad (25.09.2014 r.).

Asfalt wysokomodyfikowany powinien spełniać wymagania podane w normie PN-EN 14023:2011 lub jej aktualizacji.

Jako środek adhezyjny można stosować znane środki adhezyjne do poprawienia przyczepności asfaltu do kruszywa, takie jak wapno hydratyzowane, imidazolina, aminy tłuszczowe.

Przykład wykonania

Przygotowano mieszankę kruszywa mineralnego o parametrach:

Wymiar sita #, mm:	Przesiew, [% (m/m)]
11,2	100
8	98
5,6	65
2	30
0,063	7

Zmieszano:

- powyższą mieszankę kruszywa mineralnego w ilości 93% wagowo;
- polimeroasfalt 45/80-80 w ilości 7% wagowo;
- środek adhezyjny: Teramin-14 w ilości 0,3% wagowo w stosunku do wagi polimeroasfaltu;
- włókna aramidowe o średniej długości 19 mm i średnim polu przekroju 0,02 mm² w ilości 0,03% wagowo.

Uzyskano mieszankę o następujących właściwościach:

Właściwość	Warunki zagęszczania wg PN-EN 13108-20	Metoda i warunki badania	Wynik
Minimalna i maksymalna zawartość wolnych przestrzeni	C.1.5, żyrator, 25 obrotów	PN-EN 12697-31	12%
Odporność na deformacje trwałe: proporcjonalna głębokość koleiny, %	C.1.20, wałowanie, P ₉₈ -P ₁₀₀	PN-EN 12697-22, duży aparat, PN-EN 13108-20, D.1.6, 60 °C, 10 000 cykli	7,5%

Odporność na pękanie niskotemperaturowe, °C	C.1.20, wałowanie, P ₉₈ -P ₁₀₀	PN-EN 12697-46, p. 8.2, metoda TSRST	-36,5°C
Trwałość zmęczeniowa	C.1.20, wałowanie, P ₉₈ -P ₁₀₀	PN-EN 12697-24,4PB-PR, 10°C, 10Hz	$\epsilon_6=291 \mu\text{m/m}$
Wrażliwość na działanie wody	C.1.1, ubijanie, 2 × 35 ud.	PN-EN 12697-12, kondycjonowanie w 40 °C z jednym cyklem zamrażania badanie w 25 °C	98%
Maksymalna spływność lepiszcza	-	PN-EN 12697-18, p. 5	0,25

Zastrzeżenie patentowe

1. Zbrojona mieszanka mineralno-asfaltowa przeznaczona do wykonywania zabiegów remontowych na nawierzchniach dróg, zawierająca:
 - mieszankę kruszywa mineralnego o parametrach przesiewu na sitach: 8 mm – od 90 do 100% wag., 5,6 mm – od 40 do 75% wag., 2 mm – od 25 do 35% wag., 0,063 mm – od 6 do 10% wag., w łącznej ilości od 92 do 94% wag. mieszanki;
 - asfalt wysokomodyfikowany polimerem SBS rodzaju 45/80-80, w ilości od 6 do 8% wag. mieszanki;
 - środek adhezyjny do poprawienia przyczepności asfaltu do kruszywa, w ilości od 0,1 do 0,5% wag. masy asfaltu;
 - zbrojenie;**znamienna tym**, że jako zbrojenie zawiera:
 - włókna aramidowe o długości od 15 do 25 mm, o polu przekroju od 0,0014 do 0,02 mm², w ilości od 0,025 do 0,06% wagowo.