

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **226583**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **404545**

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

(22) Data zgłoszenia: **02.07.2013**

---

(54) **Modyfikowana mieszanka mineralno-asfaltowa oraz sposób wytwarzania  
modyfikowanej mieszanki mineralno-asfaltowej**

---

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**05.01.2015 BUP 01/15**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
**31.08.2017 WUP 08/17**

(73) Uprawniony z patentu:

**INSTYTUT BADAWCZY DRÓG I MOSTÓW,  
Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**DARIUSZ SYBILSKI, Warszawa, PL  
WOJCIECH BAŃKOWSKI, Warszawa, PL  
MARCIN GAJEWSKI, Lipiny Stare, PL  
RENATA HORODECKA, Gostynin, PL  
KRZYSZTOF MIRSKI, Warszawa, PL  
ANDRZEJ WRÓBEL, Zamość, PL  
ADAM ZOFKA, Warszawa, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Zofia Gałajda**

---

**PL 226583 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest modyfikowana mieszanka mineralno-asfaltowa oraz sposób wytwarzania modyfikowanej mieszanki mineralno-asfaltowej do wykonywania nawierzchni drogowych, zwłaszcza o podwyższonej mrozoodporności i odporności na koleinowanie.

Znane są mieszanki mineralno-asfaltowe, zawierające granulaty gumowy. Granulaty gumowy może być dodawany do mieszanki mineralno-asfaltowej metodą na sucho, tj. przez dodanie granulatu gumowego o uziarnieniu do 2,0 mm bezpośrednio do mieszanki mineralno-asfaltowej, lub metodą na mokro, to jest po wcześniejszym otoczeniu granulatu gumowego asfaltem w temperaturze 180–190°C i dodaniu otrzymanego granulatu gumowo-asfaltowego do mieszanki mineralno-asfaltowej. Proces otrzymywania granulatu gumowo-asfaltowego, przeznaczonego do produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych do budowy dróg jest opisany w szeregu publikacjach, m.in. w publikacji Antoniego Szydło i Henryka Koby, dostępnej na stronach internetowych jako fragment raportu.

Dodawanie granulatu gumowo-asfaltowego ma tę zaletę, że ułatwione jest dobre wymieszanie składników i zagęszczenie mieszanki po ułożeniu na nawierzchni drogowej, a w konsekwencji zmniejszenie wolnych przestrzeni w mieszance, co wpływa na zmniejszenie nasiąkliwości wodą i tym samym zwiększenie mrozoodporności.

Z francuskiego opisu patentowego nr 2 717 511 znana jest technologia „na sucho”, która polega na tym, że mieszanka, wytwarzana na gorąco, składa się z asfaltu zwykłego lub asfaltu modyfikowanego i kruszywa o nieciąglym uziarnieniu, zawierającego żwir średni i frakcję piaskową, w której część frakcji piaskowej jest zastąpiona proszkiem z kauczuku naturalnego lub syntetycznego o rozdrobnieniu do 1,5 mm. Proces produkcji tej mieszanki polega na tym, że proszek kauczukowy o temperaturze otoczenia dodaje się po zakończeniu suszenia kruszyw mineralnych, ale przed początkiem mieszania kruszyw z lepiszczem, ogrzanym do temperatury otaczania. W innym wykonaniu tego procesu proszek kauczukowy o temperaturze otoczenia dodaje się w trakcie mieszania kruszywa z lepiszczem w temperaturze otaczania. Udział procentowy asfaltu w masie mieści się pomiędzy 4–14%. Mieszanka jest przeznaczona do wykonywania górnej warstwy, o grubości od 1,5 do 4 cm, nawierzchni drogowej.

Inna, znana min. z polskich publikacji, np. aprobaty technicznej IBDiM nr 0888 z 2000 r., technologia „na sucho”, polega na tym, że mieszanki mineralno-asfaltowe, wytwarzane metodą „na gorąco”, zawierają granulaty gumowy o uziarnieniu od 2 do 12,8 mm, uzyskiwany z opon samochodowych, dodawany w ilości od 3 do 6% składników mieszanki. Granulaty gumowy jest w procesie produkcji mieszanki traktowany jako kruszywo, a więc razem z kruszywem wprowadzany jest do bębna suszącego a następnie w mieszarce następuje wymieszanie kruszywa z lepiszczem, którym może być asfalt drogowy lub asfalt modyfikowany – elastomeroasfalt. Mieszanki, w których granulaty gumowy zastępuje część frakcji grysowej kruszywa, są przeznaczone do wykonywania warstwy ścieralnej o grubości do 2,5 mm nawierzchni drogowych oraz do chodników, ścieżek rowerowych, placów zabaw, parkingów, obiektów sportowych.

Z publikacji D. Sybilski, I. Ruttmar, W. Bańkowski „Nawierzchnie drogowe z granulatem gumowo-asfaltowym – analiza hałasu i właściwości reologicznych” – Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej Budownictwo i Inżynieria Środowiska 2012, wiadomo jest, że obecnie coraz częściej stosuje się, jako dodatek, do mieszanek mineralno-asfaltowych granulaty asfaltowo-gumowy. Granulaty ten jest asfaltem modyfikowanym gumą i ma postać proszku, który może być łatwo dodawany bezpośrednio do mieszanki mineralno-asfaltowej w mieszalniku otaczarki. Badania porównawcze lepiszczy asfaltowych modyfikowanych gumą lub polimerem SBS wykazały zbliżone właściwości reologiczne. Stosowanie dodatku gumy w nawierzchni asfaltowej zapewnia zwiększoną trwałość cichych nawierzchni, wykonanych z mm-a z otwartą strukturą (PA) lub odpowiednią teksturą (BBTM).

Jednakże nawierzchnie drogowe, wykonane z mieszanek mineralno-asfaltowych wytwarzanych opisanymi wyżej metodami, tj. przy zastosowaniu dodatku granulatu gumowego (metodą „na sucho”) lub granulatu gumowo-asfaltowego (metodą „na mokro”), mają swoje mankamenty. Ciężki ruch samochodowy, w kontakcie koła z nawierzchnią prowadzi do poważnych odkształceń w nawierzchni, ponieważ powoduje duże naprężenia pomiędzy ziarnami kruszyw i osłabia wiązania w lepiszczu z granulatem gumowym, wypełniającym przestrzeń pomiędzy ziarnami kruszyw. Cyklicznie powtarzające się naprężenia w takiej nawierzchni powodują przedwczesne zmęczenie połączeń, a w konsekwencji prowadzą do zużycia nawierzchni drogowej. Z drugiej strony zastosowany drobny granulaty gumowy, który w nawierzchni poddany jest dużym siłom nacisku, wywołuje zmniejszenie wolnych przestrzeni w strukturze mieszanki mineralno-asfaltowej, powodując powstawanie deformacji trwałych (kolein).

Żadna ze znanych mieszanek mineralno-asfaltowych, a więc także zawierających granulaty gumowo-asfaltowy, nie eliminuje słabych stron nawierzchni drogowych, zwłaszcza związanych ze spękaniami. Zastosowanie tych mieszanek do nawierzchni drogowych nie hamuje rozprzestrzeniania się istniejących spękań zmęczeniowych, ani też nie zapobiega powstawaniu spękań w nowych, obecnie budowanych nawierzchniach. Zwiększenie odporności nawierzchni na spękania i koleinowanie uzyskuje się przeważnie poprzez zastosowanie membran przeciwspekaniowych. Powszechnie znane i stosowane technologie przeciwspekaniowe, wykorzystujące geosyntetyki, włókniny i siatki przeciwspekaniowe, są rozwiązaniami kosztownymi i wymagającymi specjalnych zabiegów podczas stosowania w budowie nowych nawierzchni.

Celem wynalazku jest opracowanie takiej mieszanki mineralno-asfaltowej, która umożliwi wykonanie nawierzchni drogowej o zwiększonej odporności na koleinowanie i spękanie oraz wyeliminuje potrzebą stosowania membran i dodatkowych zabiegów przeciwspekaniowych.

Ten efekt można uzyskać przez zastosowanie mieszanki mineralno-asfaltowej, zawierającej granulaty gumowo-asfaltowy oraz dodatek włókien polimerowych i krzemionki koloidalnej.

Zgodnie z wynalazkiem do mieszanki mineralno-asfaltowej, zawierającej lepiszcze asfaltowe, tj. asfalt zwykły lub asfalt modyfikowany polimerem, kruszywo mineralne, którego skład granulometryczny umożliwi zaprojektowanie mieszanek betonu asfaltowego AC lub mieszanki SMA o uziarnieniu do 12 mm, i granulaty gumowo-asfaltowy, otrzymany w wyniku otoczenia gorącym lepiszczem granulatu gumowego, powstającego z utylizacji opon samochodowych, gdzie granulaty gumowo-asfaltowy występuje o średnicy do 2 mm i składa się z 30%–50% gumy i 50%–70% lepiszcza i ewentualnie innych dodatków, dodaje się włókna polimerowe o długości do 20 mm oraz krzemionkę koloidalną o zawartości  $\text{SiO}_2$  powyżej 90% tlenku krzemu i powierzchni właściwej od  $200 \text{ m}^2/\text{g}$ .

Zawartość procentowa granulatu gumowo-asfaltowego w mieszance wynosi od 2% do 40% w stosunku do asfaltu, krzemionki koloidalnej – od 0,1% do 10% m/m i włókien polimerowych – od 0,1% do 1% m/m.

Zawartość asfaltu w mieszance wynosi od 4 do 10% m/m.

Proces produkcji mieszanki według wynalazku polega na tym, że kruszywo podgrzewa się do temperatury otaczania i następnie dodaje się do tego kruszywa granulaty gumowo-asfaltowy i włókna polimerowe w sposób ciągły lub okresowo. Na końcu procesu mieszania kruszywa z granulatem gumowo-asfaltowym i włóknem polimerowym dodaje się lepiszcze asfaltowe i całość miesza w temperaturze otaczania około  $180^\circ\text{C}$ . Po wymieszaniu mieszanki z asfaltem dodaje się krzemionkę koloidalną i dalej miesza się całość do momentu uzyskania jednorodnej mieszanki.

Modyfikowana mieszanka mineralno-asfaltowa według wynalazku, wytwarzana w technologii na gorąco może służyć przede wszystkim do warstwy przeciwspekaniowej. Dzięki dodaniu do mieszanki mineralno-asfaltowej granulatu gumowo-asfaltowego, nadającego sprężystości, włókna polimerowego, nadającego tej mieszance elastyczności oraz krzemionki koloidalnej uzyskuje się trwałą mieszankę mineralno-asfaltową, w wysokim stopniu przeciwdziałającą powstawaniu nowych spękań, jak również hamującą rozprzestrzenianie się istniejących spękań w nawierzchni drogowej.

Zastosowanie krzemionki koloidalnej wg wynalazku poprawia właściwości reologiczne i zagęszczenie mieszanki mineralno-asfaltowej, polepsza właściwości mechaniczne nawierzchni drogowej, wykonanej z tej mieszanki.

Granulaty gumowo-asfaltowy o średnicy do 2 mm, korzystnie do 1 mm, zastosowany w mieszankach mineralno-asfaltowych według wynalazku, nadaje mieszance mineralno-asfaltowej właściwość sprężyste. Użyty w tej postaci granulaty gumowo-asfaltowy, wypełniający przestrzenie pomiędzy kruszywem pomimo, że w znanych mieszankach powoduje odspajanie się asfaltu od kruszywa, co prowadzi do przedwczesnego uszkodzenia nawierzchni drogowej, to w połączeniu z dodanym do mieszanki, według wynalazku, włóknem polimerowym oraz krzemionką koloidalną istotnie poprawia właściwości użytkowe nawierzchni drogowej z tej mieszanki, zwłaszcza odporność na koleinowanie. Włókna polimerowe tworzą mikro zbrojenie w mieszance mineralno-asfaltowej, poprzez zdolność do tworzenia połączeń o charakterze fizykochemicznym, a krzemionka koloidalna poprawia właściwości reologiczne nawierzchni drogowej, natomiast w procesie technologicznym pozwala na uzyskanie lepszego efektu homogenizacji mieszanki.

Wynalazek jest przedstawiony w następujących przykładach wykonania.

Przygotowano dwa warianty mieszanki mineralno-asfaltowej: o znanym składzie – mieszanka A i o składzie według wynalazku – mieszanka B. Skład każdej z mieszanek podano w tabelicy 1, natomiast skład granulometryczny granulatu gumowo-asfaltowego podano w tabeli 2.

T a b e l a 1  
Składy mieszanki mineralno-asfaltowej

Lp.	Skład mieszanki	Rodzaj mieszanki	
		A	B
		Zawartość w % m/m	
1	Grys bazaltowy 2/5	53,5	53,0
2	Grys bazaltowy 0/2	32,0	30,0
3	Krzemionka koloidalna	–	3
4	Granulat gumowo-asfaltowy 0/2 (skład granulometryczny według tab. 2)	–	2,0
5	Mączka wapienna	8,0	4,0
6	Włókno polimerowe	0,3	0,3
7	Asfalt 50/70	6,2	
8	Asfalt 100/150	–	7,7

T a b e l a 2  
\*Skład granulometryczny granulatu gumowo-asfaltowego 0/2:

Sito mm	Udział %
2	49,3
Poniżej 2	45,2

Proces wykonania mieszanki B o składzie podanym w tabeli 1 przebiega następująco:

Odważona porcja kruszywa po wysuszeniu w piecu obrotowym podawana jest do otaczarki, do której wysypuje się następnie porcjami granulatu gumowo-asfaltowy i włókno polimerowe w trakcie mieszania oraz wypełniacz wapienny. Po dodaniu do kruszywa całej zgodnej z receptą ilości granulatu i włókien polimerowych i wymieszaniu z kruszywem w temperaturze otaczania dodaje się lepiszcze, a całość miesza się w temperaturze otaczania, około 180°C, aż do uzyskania jednorodności. Na końcu dodaje się krzemionkę koloidalną i miesza do momentu uzyskania jednorodnej mieszanki.

Uzyskaną mieszankę stosuje się na gorąco do wykonania górnej warstwy, jak również warstw pośrednich nawierzchni drogowej. Mieszanka może być zastosowana na zniszczonej drodze, posiadającej zarówno spękania zmęczeniowe, jak i niskotemperaturowe, a także może służyć do wykonania warstwy przeciwspekaniowej w nawierzchniach nowych i eksploatowanych oraz do wykonania warstwy ścieralnej wyrównawczej nawierzchni drogowych. W zależności od potrzeb grubość warstwy może wynosić od 1,5 do 12 cm.

Nawierzchnia wykonana z mieszanki według wynalazku jest odporna na uszkodzenia, co potwierdziły uzyskane wyniki z badań symulujących zmęczenie. Badania te wykazały kilkukrotną poprawę odporności na zmęczenie. Dobre wyniki uzyskano również przy badaniu wskaźnika odporności na działanie wody – ITSR, którego wzrost wyniósł około 15%. Jest to dowód na to, że mieszanka wykazuje dużą odporność na spękania i odkształcenia i nadaje się do wykonywania warstwy przeciwspekaniowej, która może zastępować stosowane dotychczas membrany z geowłókniny i siatek syntetycznych.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Mieszanka mineralno-asfaltowa, składająca się z asfaltu zwykłego lub asfaltu modyfikowanego, pochodzącego z rafinacji ropy naftowej, kruszywa mineralnego mającego frakcję grysową i frakcję piaskową oraz wypełniacza i granulatu gumowo-asfaltowego, **znamienna tym**, że zawiera włókna polimerowe o długości do 20 mm w ilości od 0,1% do 1% m/m oraz krzemionkę koloidalną w ilości 0,1% do 10% m/m, korzystnie od 0,1 do 3%.

2. Mieszanka według zastrz. 1, **znamienna tym**, że zawiera krzemionkę koloidalną o powierzchni właściwej od  $200 \text{ m}^2/\text{g}$  i zawartości tlenku krzemu  $\text{SiO}_2$  powyżej 90%.
3. Mieszanka według zastrz. 1, **znamienna tym**, że zawiera włókna polimerowe o długości do 10 mm.
4. Sposób wytwarzania mieszanki mineralno-asfaltowej składającej się z asfaltu zwykłego lub asfaltu modyfikowanego jako lepiszcza, kruszywa mineralnego posiadającego frakcję gry-sową i piaskową i wypełniacza oraz granulatu gumowo-asfaltowego, **znamienny tym**, że do kruszywa ogrzanego do temperatury otoczenia dodaje się granulaty gumowo-asfaltowy o uziarnieniu do 2 mm, korzystnie do 1 mm oraz włókna polimerowe o długości do 20 mm, w ilości od 0,1% do 1% m/m, a po wymieszaniu tych składników dodaje się krzemionkę koloidalną w ilości od 0,1% do 10% m/m, korzystnie od 0,1 do 3%.
5. Sposób według zastrz. 4, **znamienny tym**, że krzemionka koloidalna  $\text{SiO}_2$  zawiera powyżej 90% tlenku krzemu.

