

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **240573**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **433575**

(51) Int.Cl.

**C08L 95/00 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **17.04.2020**

(54)

**Sposób spieniania asfaltu z zastosowaniem mineralnego dodatku**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

**05.10.2020 BUP 21/20**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

**02.05.2022 WUP 18/22**

(73) Uprawniony z patentu:

**POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**AGNIESZKA WOSZUK, Lublin, PL**

**WOJCIECH FRANUS, Prawiedniki, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzec. pat. Maciej Nowicki**

**PL 240573 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób spieniania asfaltu z zastosowaniem mineralnego dodatku pozwalający na pozwalający na obniżenie temperatury produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych.

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., Martinez 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 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., Martinez 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 w budowywaniu 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.

Z opisu zgłoszenia patentowego nr [CN108912705 \(A\)](#) znany jest sposób wytwarzania asfaltu spienionego składającego się z 5 etapów: etap I obejmuje pomiar asfaltu, środka spieniającego, disulfosforanu dialkilu, emulgatora, wapna, węgla aktywnego, celulozy i wody według frakcji masowej. W etapie II następuje mieszanie i mielenie kulkowe wapna, węgla aktywnego i celulozy oraz otrzymanie mieszanego absorbenta. Etap III to ogrzewanie asfaltu do 130 do 140°C, sukcesywne dodawanie środka spieniającego, disulfosforanu, dialkilu i emulgatora, mieszanie i otrzymywanie modyfikowanego asfaltu. W etapie IV następuje mieszanie absorbentu powstałego w etapie II i modyfikowanego asfaltu z etapu III, w temperaturze 105 do 115°C, dodawanie wody i otrzymywanie asfaltu spienionego.

Z opisu patentowego nr [PL230307 \(B1\)](#) 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 mieszanekę 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 mieszanekę 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 mieszanek mineralno-asfaltowych oraz ich lepsza zagęszczalność i poprawa trwałości zmęczeniowej.

Istotą sposobu spieniania asfaltu z zastosowaniem mineralnego dodatku oraz z zastosowaniem mieszanki mineralnej w postaci frakcji grysowej, piaskowej i wypełniacza jest to, że do wermikulitu dodaje się wodę w ilości od 50 do 250% wagowych suchej mieszanki i miesza się do momentu uzyskania mieszaniny o jednolitej strukturze. Następnie mieszaninę w ilości od 2 do 10% wagowo w stosunku do masy asfaltu dodaje się do gorącego asfaltu o temperaturze od 140 do 175°C i miesza się do momentu rozpoczęcia spieniania asfaltu. W dalszej kolejności dodaje się spieniony asfalt do mieszanki mineralnej o temperaturze od 110 do 135°C i miesza się do uzyskania całkowitego otoczenia kruszywa asfaltem, po czym mieszankę mineralno-asfaltową zagęszcza w temperaturze od 105 do 130°C.

Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest obniżenie temperatury produkcji mieszanek mineralno-asfaltowych poprzez spienienie asfaltu wodą uwalniającą się z mineralnego dodatku w postaci wermikulitu. Kolejną zaletą jest to, że wermikulit charakteryzuje się dużą powierzchnią właściwą oraz dużą objętością mezoporów, co umożliwia wchłonięcie znacznej ilości wody. Duża intensywność oddawania pochłoniętej wody wpływa na wzrost efektywności spieniania asfaltu. Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku jest również poprawa zagęszczalności oraz wzrost trwałości zmęczeniowej wytworzonych mieszanek mineralno-asfaltowych.

#### 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 mieszało do uzyskania mieszaniny o jednolitej strukturze przez czas  $t_1$ . Do asfaltu w ilości  $ma$  rozgrzanego do temperatury  $T_1$  dodano  $um$  wytworzonej mieszaniny w stosunku do masy asfaltu –  $mm$ . Następnie mieszało do momentu rozpoczęcia efektu spieniania i spieniony asfalt dodano do mieszanki

mineralnej rozgrzanej do temperatury T2 i mieszano do momentu całkowitego otoczenia kruszywa asfaltem przez czas t2. Następnie w temperaturze Tz zagęszczono 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 badanie zagęszczalności zgodnie z normą PN-EN 12697-31:2007.

T a b e l a 2. Dane dotyczące przykładów wykonania

| Wyszczególnienie   | 1 przykład wykonania | 2 przykład wykonania |
|--|----------------------|----------------------|
| Powierzchni właściwa wermikulitu Fw [ $\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$ ]   | 12                   | 12                   |
| Powierzchnia mezoporów wermikulitu Xw [ $\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$ ] | 7,9                  | 7,9                  |
| Objętości mezoporów wermikulitu Yw [ $\text{cm}^3\cdot\text{g}^{-1}$ ]   | 0,015                | 0,015                |
| Ilość wermikulitu mw [g]   | 50                   | 400                  |
| Ilość dodanej wody uH <sub>2</sub> O [%wagowych]                         | 250                  | 50                   |
| Ilość dodanej wody mH <sub>2</sub> O [g]                                 | 125                  | 200                  |
| Czas mieszania t1 [s]  | 30                   | 30                   |
| Ilość asfaltu [g]  | 4000                 | 4000                 |
| Temperatura asfaltu T1 [°C]  | 175                  | 140                  |
| Ilość dodanej mieszanki um [%wagowych]                                   | 2                    | 10                   |
| Ilość dodanej mieszanki mm [g]   | 80                   | 400                  |
| Temperatura mieszanki mineralnej T2 [°C]                                 | 135                  | 110                  |
| Czas mieszania t2 [s]  | 120                  | 120                  |
| Temperatura zagęszczania Tz [°C]   | 130                  | 105                  |
| Liczba cykli obciążenia do utarty trwałości zmęczeniowej                 | 137 056              | 102 368              |
| Współczynnik zagęszczalności K [-]                                       | 4,113                | 4,196                |
| Wskaźnik stabilności mieszanki – MSI [-]                                 | 67,05                | 42,40                |

W celu skonfrontowania wyników przeprowadzonych badań z zastosowaniem wynalazku z wynikami badań z zastosowaniem dotychczasowej technologii produkcji mieszank 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.

T a b e l a 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        |
| Współczynnik zagęszczalności K [-]                       | 4,133         |
| Wskaźnik stabilności mieszanki – MSI [-]                 | 149,80        |

### Zastrzeżenie patentowe

1. Sposób spieniania asfaltu z zastosowaniem mineralnego dodatku oraz z zastosowaniem mieszanki mineralnej w postaci frakcji grysowej, piaskowej i wypełniacza, **znamienny tym**, że do wermikulitu dodaje się wodę w ilości od 50 do 250% wagowych suchej mieszanki i miesza się do momentu uzyskania mieszaniny o jednolitej strukturze, **a następnie** mieszaninę w ilości od 2 do 10% wagowo w stosunku do masy asfaltu dodaje się do gorącego asfaltu o temperaturze od 140 do 175°C i miesza się do momentu rozpoczęcia spieniania asfaltu, **po czym** dodaje się spieniony asfalt do mieszanki mineralnej o temperaturze od 110 do 135°C i miesza się do uzyskania całkowitego otoczenia kruszywa asfaltem, **a następnie** mieszankę mineralno-asfaltową zagęszcza w temperaturze od 105 do 130°.