

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **231460**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **412072**

(22) Data zgłoszenia: **20.04.2015**

(51) Int.Cl.

E01C 7/26 (2006.01)

E01C 7/00 (2006.01)

E01C 21/00 (2006.01)

C04B 18/18 (2006.01)

C04B 18/20 (2006.01)

(54) **Mieszanka betonu asfaltowo-cementowego do podbudów nawierzchni asfaltowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

24.10.2016 BUP 22/16

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

28.02.2019 WUP 02/19

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA LUBELSKA, Lublin, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

JERZY KUKIEŁKA, Lublin, PL

JAN KUKIEŁKA, Lublin, PL

(74) Pełnomocnik:

rzec. pat. Tomasz Milczek

PL 231460 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest mieszanka betonu asfaltowo-cementowego do podbudów nawierzchni asfaltowych.

Dotychczas znane są betony asfaltowo-cementowe opisane na stronie 67–90 monografii Jerzego Kukielki pt. Nawierzchnie asfaltowe dróg samorządowych, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej 2013 r., w monografii Jana Kukielki pt. Betony asfaltowo-cementowe i ich zastosowanie, Prace naukowe Politechniki Lubelskiej z 2002 r.

Z polskiego opisu patentowego nr 221579 znana jest mieszanka kompozytowa do nawierzchni drogowych zawierająca destruktu z frezowania nawierzchni asfaltowych w ilości od 70% do 80% wagowo składu mieszanki, korzystnie 77%, zaprawę cementowo-piaskową w ilości $\geq 20\%$ wagowo mieszanki, korzystnie z cementem 52,5 oraz miał gumowy 0÷2 mm z recyklingu w ilości do 4% wagowo.

Podbudowy wykonywane dotychczas z betonów asfaltowo-cementowych projektowane były jako warstwy półsztywne albo jako podatne. Na podstawie wyników badań modułów sprężystości dynamicznej, podanych na str. 33 monografii Jana Kukielki pt. Betony asfaltowo-cementowe i ich zastosowanie, cechy półsztywne posiadają one w temperaturze $+10^{\circ}\text{C}$, gdy moduł sprężystości wynosi $E=10\,707\text{ MPa}$ oraz niższych, np. w temperaturze -2°C gdy moduł sprężystości wynosi $E=11\,163\text{ MPa}$. Wpływ temperatury na wytrzymałość betonów asfaltowo-cementowych podano na str. 30 wymienionej wcześniej monografii Jana Kukielki.

Brak jest w Polsce instrukcji dotyczącej wykorzystania wyłącznie cementu do recyklingu nawierzchni asfaltowych, a zalecenia w Podręczniku Wirtgena z 2006 r. są niewystarczające do opracowania Specyfikacji Technicznych, będących podstawą wykonania robót. Dostosowanie wymagań zmodyfikowanych pod względem składu betonów asfaltowo-cementowych do Instrukcji projektowania i wbudowywania mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych opracowanej w 2013 r. wpłynąć będzie korzystnie na upowszechnienie ich wdrożenia.

Instrukcja dotycząca recyklingu nawierzchni asfaltowych opracowana w Politechnice Gdańskiej uwzględnia wybrane doświadczenia krajowe, zagraniczne i zawarte w Wymaganiach Technicznych WT-5 z 2010 r. W Instrukcji przyjęto w zależności od kategorii ruchu, że zawartość wolnych przestrzeni powinna wynosić od 8% do 18%, wytrzymałość na pośrednie rozciąganie w temperaturze 5°C po 28 dniach twardnienia od 0,6 MPa do 1,6 MPa, a moduł sztywności od 1500 MPa do 7000 MPa, wytrzymałość na rozciąganie pośrednie po nasączeniu wodą od 70% do 80% wytrzymałości w stanie powietrzno-suchym.

W przypadku recyklingu przy użyciu wyłącznie cementu zalecana jest w Podręczniku Wirtgena wytrzymałość na ściskanie osiowe od 2,0 MPa do 4,0 MPa i minimalna wytrzymałość na pośrednie rozciąganie 0,25 MPa. W przypadku mieszanki zawierającej 50% destruktu i 50% kruszywa łamanego zalecany jest w Podręczniku dodatek cementu ok. 2,5% a wytrzymałość na ściskanie powinna być mniejsza od 4,0 MPa. Dodatek 6% cementu i wytrzymałość do 10,0 MPa uwzględniono w Podręczniku, ale bez opisanego warunków i przykładów stosowania. W Podręczniku recyklingu stwierdza się, że nieuniknione jest powstanie pęknięć poprzecznych, które można tylko ograniczyć oraz to, że następuje zwiększenie sztywności warstwy, gdy środkiem wiążącym jest wyłącznie cement.

W dotychczasowych polskich doświadczeniach praktycznych dotyczących betonów asfaltowo-cementowych stosowano najczęściej jako dodatek do destruktu 7,5% piasku i 7,5% cementu 52,5, przyjmując wytrzymałość na rozciąganie pośrednie około 1,0 MPa w temperaturze 5°C . Możliwe było zwiększenie wytrzymałości na pośrednie rozciąganie do 1,2 MPa w temperaturze 5°C poprzez dodanie piasku w ilości 22% jak podano na str. 76 monografii Jerzego Kukielki lub do ok. 1,5 MPa w temperaturze 23°C poprzez zastąpienie piasku drobnym kruszywem granitowym 0/8 mm, dodawanym do destruktu w ilości 7,5%, jak w monografii Jana Kukielki z 2002 r. na str. 40 i 41.

Pomimo dużej zawartości destruktu asfaltowego w dotychczas stosowanych mieszankach z betonu asfaltowo-cementowego w Polsce stwierdzono sporadyczne występowanie pęknięć skurczowych. Wadami mieszanek betonów asfaltowo-cementowych są ich niejednorodność, zależna od zmian cech destruktu asfaltowego, zmienna wodo- i mrozoodporność oraz nadmierna sztywność warstw w temperaturze $\leq 10^{\circ}\text{C}$.

Skład ziarnowy destruktu zależy od składu mieszanki mineralno-asfaltowej w warstwie oraz od rodzaju i stanu technicznego sprzętu używanego do frezowania. Wspólną cechą destruktu z nawierzchni na wschodzie Polski jest względnie mała zawartość frakcji $>2\text{ mm}$, która według górnej gra-

nicznej krzywej uziarnienia wynosi 50% i na podstawie wykonanych badań materiału z ulic Lublina zawartość tych frakcji jest w przedziale od 8% do 35%. Zawartość grysów w destrukcie z nawierzchni wykonanych przed 1990 r. zmienia się w różnych regionach Polski od około 30% do 50% na wschodzie do ponad 50% w regionach występowania surowców skalnych. Zawartość asfaltu w destrukcie z warstw ścieralnych ze starych nawierzchni jest najczęściej większa od 6%.

Wymiar maksymalnych ziaren destruktu jest najczęściej mniejszy od $D=31,5$ mm i zawiera się głównie w przedziale 0/25 mm.

Destrukt z nawierzchni wykonanych po 1997 r. z uwzględnieniem wymagań norm europejskich jest zasadniczo różny pod względem zawartości asfaltu i grysów od pochodzącego ze stałych nawierzchni sprzed 1990 r. Frezowanie warstw nawierzchni asfaltowych eksploatowanych przez mniej niż 20 lat ma dotychczas incydentalny charakter. Mieszanki betonów asfaltowo-cementowych wytwarzano dotychczas w Polsce najczęściej w urządzeniach stacjonarnych a w doświadczeniach Wirtgena sposobem wymieszania składników na miejscu w warstwie wykonywanej podbudowy.

Istotą mieszanki betonu asfaltowo-cementowego do podbudów nawierzchni asfaltowych zawierającej destruktu z frezowania nawierzchni asfaltowych, kruszywo mineralne doziarniające, piasek, cement, miął gumowy o uziarnieniu 0/1 mm obtoczony asfaltem jest to, że składa się z granulatu gumowego tecRoad o wymiarze do 1 mm obtoczonego asfaltem 50/70 lub 70/100 w ilości wagowo od 2% do 8% składu mieszanki, cementu 42,5 lub 52,5 w ilości wagowo od 4% do 8% składu mieszanki, destruktu asfaltowego, łamanego kruszywa mineralnego o uziarnieniu $\leq 31,5$ mm i piasku w ilości łącznej wagowo od 76% do 90% składu mieszanki oraz wody w ilości wagowo od 4% do 8% składu mieszanki odpowiadającej wilgotności optymalnej według zmodyfikowanej metody Proctora.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest wzrost trwałości podbudów wykonywanych sposobem recyklingu dzięki jednoczesnemu zastosowaniu dwóch składników występujących w granulacie gumowym tecRoad o wymiarze $D \leq 1$ mm. Drobne uziarnienie przyczynia się do zmniejszenia zawartości wolnych przestrzeni, zwiększając odporność na działanie wody i mrozu, natomiast asfalt zwiększa trwałość zmęczeniową mieszanki. Wzrostowi zawartości tecRoad w mieszance odpowiada zmniejszenie sztywności warstwy podbudowy z betonu asfaltowo-cementowego, która spełnia wymagania Instrukcji z 2013 r. Wykorzystanie cementu do recyklingu, bez dodatku kosztownej emulsji asfaltowej korzystne jest także pod względem ekonomicznym. Miął gumowy w tecRoad jest chroniony przed starzeniem dzięki obtoczeniu asfaltem, który zapewnia lepszy jego kontakt z cementem, kruszywem doziarniającym i destruktem. Wiązaniu i twardnieniu cementu w porze letniej odpowiada zmniejszona lepkość asfaltu w destrukcie i tecRoad.

Maksymalny dodatek granulatu gumowego tecRoad w ilości wagowo 8% składu mieszanki stosuje się równocześnie ze zwiększonym dodatkiem uzupełniającego kruszywa łamanego i cementu 52,5, ale bez dodawania piasku. Dodatek 8% granulatu gumowego tecRoad przyczynia się do zwiększenia trwałości zmęczeniowej podbudowy z mieszanki o zwiększonej wytrzymałości na pośrednie rozciąganie, zawierającej do 20% doziarniającego kruszywa łamanego, którą stosuje się w nawierzchniach o średnim obciążeniu ruchem KR4 lub KR3.

Asfalt obtaczający granulaty gumowy przyczynia się do częściowej regeneracji asfaltu w destrukcie i jego połączenia z łamanym kruszywem doziarniającym. Granulat tecRoad wypełnia część wolnych przestrzeni w mieszance przyczyniając się także do zmniejszenia jej nasiąkliwości.

Granulaty gumowy tecRoad dodawany w ilości od 2% do 4% składu mieszanki, zawierającej destruktu, cement i piasek stanowiący zaprawę, po dodaniu wody przyczynia się do zwiększenia trwałości także poprzez zmniejszenie zawartości wolnych przestrzeni w mieszance charakteryzującej się wymaganą wytrzymałością na rozciąganie pośrednie. Badanie odporności na działanie wody i mrozu w XX wieku dotyczyło tylko warstw ścieralnych nawierzchni asfaltowych.

P r z y k ł a d 1:

Wykonano mieszankę betonu asfaltowo-cementowego składającą się z 70% destruktu asfaltowego o uziarnieniu $D \leq 31,5$ mm, przechodzącego przez sito 8 mm w ilości wagowo 76% i sito 4 mm w ilości 48% zawierającego średnio 6,2% asfaltu, doziarniającego kruszywa łamanego 0/8 mm w ilości wagowo 12% składu mieszanki, 6% tecRoad wagowo składu mieszanki, 6% cementu 52,5 wagowo w składzie mieszanki oraz 6% wody wagowo, odpowiadającej wilgotności optymalnej wg zmodyfikowanej metody Proctora.

Przygotowano w laboratorium 15 próbek Marshalla $\varnothing 100 \times 60$ mm, z wyżej wymienionej mieszanki, zagęszczając po 75 uderzeń na stronę znanym sposobem, które następnie badano pod wzglę-

dem przydatności do wykonania podbudowy nawierzchni asfaltowej o ruchu kategorii KR4 według Instrukcji z 2013 r. dotyczącej mieszanek mineralno-cementowo-emulsyjnych. Nasiąkliwość i zawartość wolnych przestrzeni w mieszance oraz wytrzymałość na pośrednie rozciąganie spełniają dolne wielkości wymagań Instrukcji, a moduł sztywności, malejący w czasie eksploatacji nawierzchni, spełnia wymagania dotyczące górnej granicy. Pozostała wytrzymałość na rozciąganie pośrednie po przechowywaniu próbek w wodzie, według Instrukcji, jest większa od 80% dzięki 6% zawartości wagowej tecRoad w mieszance, który objętościowo stanowi około 12% składu mieszanki.

Przykład 2:

Do wytworzenia mieszanki betonu asfaltowo-cementowego wykorzystano: 80% wagowo składu mieszanki destruktu asfaltowy o uziarnieniu 0/31,5 mm, zawierający od 6% do 7,5% asfaltu, 7% wagowo składu mieszanki kruszywo łamane 0/8 mm, 3% wagowo składu mieszanki granulat gumowy tecRoad, 5% wagowo składu mieszanki cement 52,5 oraz 5% wagowo składu mieszanki wody, spełniającej warunek wilgotności optymalnej według zmodyfikowanej metody Proctora.

Z mieszanki przygotowanej w laboratorium wykonano znanym sposobem 15 próbek Marshalla $\varnothing 100 \times 60$ mm, którą następnie badano pod względem przydatności mieszanki do wykonania podbudowy nawierzchni drogowej.

Wymagania wodo- i mrozoodporności według Instrukcji z 2013 r. dotyczącej mieszanki mineralno-cementowo-emulsyjnej, spełnione są dla kategorii ruchu KR3 i KR4, a zatem także dla KR1 i KR2.

Dodatek tecRoad przyczynia się do zmniejszenia wolnych przestrzeni i nasiąkliwości, korzystnie wpływającej na wodoodporność, ale niekorzystnie na wytrzymałość na rozciąganie pośrednie próbek, która w temperaturze 5°C po 28 dniach dojrzewania jest większa od 0,6 MPa i odpowiada wymaganiom KR1 i KR2.

Mieszankę jak w przykładzie 2 zaleca się do wykonywania podbudowy nawierzchni dróg o kategorii obciążenia ruchem KR2. Dodatkowym uzasadnieniem jest względnie duża niejednorodność destruktu asfaltowego, stanowiącego do 80% składu mieszanki.

Zastrzeżenie patentowe

1. Mieszanka betonu asfaltowo-cementowego do podbudów nawierzchni asfaltowych zawierająca: destruktu z frezowania nawierzchni asfaltowych, kruszywo mineralne doziarniające, piasek, cement, miął gumowy o uziarnieniu 0/1 mm obtoczony asfaltem, **znamienna tym**, że składa się z granulatu gumowego tecRoad o wymiarze do 1 mm obtoczonego asfaltem 50/70 lub 70/100 w ilości wagowo od 2% do 8% składu mieszanki, cementu 42,4 do 52,5 w ilości wagowo od 4% do 8% składu mieszanki, destruktu asfaltowego, łamanego kruszywa mineralnego o uziarnieniu $\leq 31,5$ mm i piasku w ilości łącznej wagowo 76% do 90% składu mieszanki oraz wody w ilości wagowo od 4% do 8% składu mieszanki, odpowiadającej wilgotności optymalnej według zmodyfikowanej metody Proctora.