

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 242646 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **436492**

(22) Data zgłoszenia: **2020.12.29**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.07.04 BUP 27/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.04.03 WUP 14/2023**

(51) MKP:

**E01C 7/10 (2006.01)**

**C04B 18/12 (2006.01)**

(73) Uprawniony z patentu:

**CIEŚLA ADRIAN PRD STARACHOWICE,  
Starachowice, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**ADRIAN CIEŚLA, Jasieniec Iłżecki Górny, PL**

(74) Pełnomocnik:

**Włodzimierz Januskiewicz, Warszawa, PL**

(54) Tytuł:

**Mieszanka z kruszyw odpadowych i recyklowanych**

**PL 242646 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest mieszanka z kruszyw odpadowych i recyklowanych, przeznaczona zwłaszcza do układania warstw konstrukcyjnych nawierzchni drogowej w technologii wykonania tych nawierzchni metodą „na zimno”.

Mieszanki z kruszyw stosowane są do warstwy podbudowy dróg, dolnych warstw konstrukcji nawierzchni oraz w celu polepszenia właściwości podłoża. W tradycyjnych technologiach wykorzystywane są zazwyczaj nowe kruszywa łamane oraz duże ilości spoiwa hydraulicznego celem ich stabilizacji.

Dodatkowo nowe kruszywa wymagają dużej ilości spoiwa hydraulicznego, którego głównym składnikiem jest cement. Warto podkreślić, że produkcja cementu generuje duże ilości CO<sub>2</sub>, szacowane na 5–7% wytworzonego przez człowieka CO<sub>2</sub>. Produkcja tony uwalnia prawie tonę CO<sub>2</sub> do atmosfery. Na całym świecie produkcja cementu w 2017 roku przekroczyła 4 miliardy ton, co spowodowało wytworzenie około 4 miliardów ton CO<sub>2</sub>. Ponadto w procesie produkcji kruszywa z surowców mineralnych, kruszywa z recyklingu oraz niespoistych gruntów nienośnych pozostaje materiał uboczny, który najczęściej zalega na hałdach przy kopalni kruszywa.

Znane są mieszanki z kruszyw stosowane do warstwy podbudowy dróg i dolnych warstw konstrukcji nawierzchni, wykorzystujące kruszywa budowlane i spoiwo na bazie cementu, jednak zazwyczaj stosuje się nowe kruszywo z dużym dodatkiem spoiwa oraz z dodatkowymi materiałami takimi jak np. żużel, popiół, krzemionkę i inne substytuty minerałów.

W koreańskim opisie patentowym nr KR100599492B1 ujawniono kompozycję i metody budowy nawierzchni dla nawierzchni półsztywnych, z wykorzystaniem odzyskanych betonów asfaltowych. Kompozycja wykorzystuje osady ściekowe, które po sproszkowaniu zapewniają elastyczność, a cement i piasek zapewniają sztywność oraz dodawany jest środek zapobiegający szybkiemu parowaniu wody, środek zwiększający objętość w celu wyrównania skurczu cementu, a domieszka złożona z jonowego przyspieszacza utwardzania skraca czas utwardzania. W ramach metody, zachowując odpowiedni stosunek komponentów, kompozycję najpierw umieszcza się w urządzeniu mieszającym, następnie suszy w temperaturze pokojowej, a potem dodaje się fluidalną domieszkę i ponownie miesza w celu przygotowania mieszaniny powłokowej. Kompozycja jest najpierw natrykiwana na powierzchnię konstrukcji, a następnie mieszaninę do powlekania układa się za pomocą finiszera, zanim ciecz powlekająca wyschnie, a stos jest zagęszczany do żądanej gęstości za pomocą kombinacji walców zagęszczających. Następnie spray jest rozpylany na zagęszczoną powierzchnię i utwardzany przez 2 do 48 godzin.

Znana z koreańskiego opisu patentowego nr KR101673838B1 jest konstrukcja dolnej nawierzchni dla chodnika hybrydowego/drogi mająca funkcję przepuszczalności kompozytu i sposób jej wytwarzania. Ma ona wiele warstw i wielościenny kształt i zawiera: górną warstwę z przepuszczalnego materiału betonowego zawierającego drobne kruszywa, warstwę środkową z przepuszczalnego materiału betonowego zawierającą gruboziarniste kruszywo i dolną warstwę przepuszczalnego materiału betonowego zawierającego drobne cząstki kruszywa. Konstrukcja dolnej części zawiera wiele wystających jednostek, wystających z boku w pionowym kierunku wzdłużnym, kieszeń wodną umieszczoną obok wystających jednostek, rozciągniętą w pionowym kierunku wzdłużnym i uformowaną wklęsło oraz nachyloną jednostkę w dół od środkowej części powierzchni dolnej konstrukcji nawierzchni do krawędzi dolnej konstrukcji nawierzchni w obu kierunkach.

W koreańskim opisie patentowym nr KR100755039B1 ujawniono kompozycję betonu o bardzo dużej prędkości twardnienia i wysokiej wytrzymałości, a dokładniej, o wysokiej wytrzymałości na ściskanie w krótkim czasie, poprzez recykling odpadów na placach budowy, które wymagają pilnej budowy i naprawy, takich jak drogi betonowe, mosty, studzienki, miejsca instalacji maszyn itp. Dlatego ten wynalazek ma taki skutek, że jest stosowany w konstrukcji awaryjnej, w której praktyczna wytrzymałość jest wyrażona we wczesnej wytrzymałości około 150 kgf/cm<sup>2</sup> lub więcej, w ciągu 10 do 20 minut na placu budowy wymagającym pilnego ruchu pojazdów i jest ekonomiczny poprzez recykling odpadów ściekowych. Zawiera na 1000 cm<sup>2</sup>/g do 12,000 cm<sup>2</sup>/g proszku glinianu wapnia i siarki (3CaO.3Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.CaSO<sub>4</sub>) od 50% do 79.9% wagowych, od 6000 cm<sup>2</sup>/g do 12,000cm<sup>2</sup>/g ultra szybki cement 50% ± 100% wagowo, 15% do 25% sproszkowanego gipsu, 5% do 30% konwencjonalnego portlandzkiego cementu i 0,1% do 3,0% środka o wysokiej temperaturze topnienia: melaminy lub kwasu polikarboksyłowego 5% masy, 10% do 12% zmieszanej wody na 100 części wagowych, 50% ± 5% odpadów rozdrobnionych do drobnych cząstek o wielkości około 0,1 mm do około 5 mm i 50% ± 5% cementowej masy.

Znane z amerykańskiego opisu patentowego nr US10737980B2 jest zastosowanie miazła mineralnego w celu zmniejszenia zawartości klinkieru w kompozycjach cementowych. Odpady z kamieniołomu i/lub proszek wapienny może korzystnie zastąpić porcję cementu i działa jako półprodukt, który wypełnia lukę wielkości cząstek pomiędzy największymi cząstkami cementu. Wapno uzupełniające może korzystnie utrzymywać lub zwiększać równowagę jonów wapnia w wodzie zarobowej i/lub roztworze porowym. Dodatkowy siarczan może korzystnie zająć się niedoborami siarczanów spowodowanymi przez dużą redukcję klinkieru i stosowanie środków zmniejszających ilość wody i/lub superplastyfikatorów oraz SCM zawierających gliniany. Takie systematyczne podejście do korzystnego wykorzystania miazła z kamieniołomu, proszku wapiennego, SCM, wapno i siarczan rozwiązują wiele problemów i pozwalają na dużą redukcję klinkieru przy podobnej lub zwiększonej wytrzymałości.

W japońskim zgłoszeniu patentowym nr JP2002068806A ujawniono kompozycję hydrauliczną o ultra wysokiej wytrzymałości, (wytrzymałość na ściskanie > 150 MPa) nawet przy zmniejszonej ilości stosowanego drogiego ultra drobnego proszku (np. pyłu krzemionkowego). W ultra wysokiej wytrzymałości kompozycji hydraulicznej zawierającej co najmniej cement drobny, proszek podobny do pucolan, drobne kruszywo o średnicy ziarna  $\leq 2$  mm, środek zmniejszający zawartość wody i wodę, część lub całość drobnego proszku pucolanopodobnego, jest ziemią okrzemkową. Korzystnie zawarte są ponadto włókna metaliczne i/lub włókna organiczne, nieorganiczny proszek o średniej średnicy cząstek 3–20  $\mu\text{m}$  i włókniste ziarna lub łuskowate ziarna o średniej wielkości ziarna  $\leq 1$  mm.

W japońskim opisie patentowym nr JP4861930B2 ujawniono spoiwo hydrauliczne o dużej gęstości kruszywa, zawierające jeden lub więcej wybranych z grupy składającej się z: miazłkiego żużla żelazno-niklowego, drobnego żużla miedzianego oraz drobnego żużla utlenionego w piecu elektrycznym i bardzo wysokiej wytrzymałości i płynności cementu, w której jednostkowa objętość wynosi 180 l/m<sup>3</sup> lub więcej i 350 l/m<sup>3</sup> lub mniej z wodą, o stosunku wody do spoiwa wynoszącym 18,0% lub mniej. Wytrzymałość na ściskanie tego bardzo wytrzymałego cementu o wysokiej płynności wynosi 200 N/mm<sup>2</sup> lub więcej, po utwardzeniu w każdych warunkach 91 dni w temperaturze 20°C, przez 7 dni w temperaturze 50°C lub więcej i 80°C lub mniej.

Znany z polskiego opisu patentowego nr PL234988B1 jest hydrofobizowany grunt spoisty, który może zostać wykorzystany w budownictwie drogowym i kubaturowym. Grunt hydrofobizowany według tego wynalazku zawiera wagowo: 50–97,45% gruntu spoistego, 0,5–30% pyłu krzemionkowego, 0,05–5% dodatku funkcyjnego, 2–15% wody, przy czym dodatek funkcyjny zawiera glikolan diamidoaminy w zakresie ilościowym 1,3–93% wagowych całkowitej masy dodatku funkcyjnego, hydroksypivalan diamidoaminy w zakresie ilościowym 0,5–96% wagowych całkowitej masy dodatku funkcyjnego i mleczan diamidoaminy w zakresie ilościowym 1–93% wagowych całkowitej masy dodatku funkcyjnego.

W amerykańskim opisie patentowym nr US8007581B2 ujawniono wykorzystanie odpadków z wiercenia w naturalnej skale i/lub do konstrukcji nośnych, takich jak drogi samochodowe i podkłady pod platformy wiertnicze. Proces ten poddaje recyklingowi materiał, który wcześniej uważano za bezwartościowy i często stanowiący zagrożenie zanieczyszczeniem. Zrębki, ewentualnie zmieszane z płuczką wiertniczą i/lub ziemią, są przekształcane w użyteczne struktury przez reakcje pucolanowe i/lub cementowe po zmieszaniu z odpowiednimi innymi materiałami i/lub są łączone w użyteczne struktury materiałami asfaltowymi. Proces konstruowania konstrukcji nośnej zawierającej zwierzynę obejmuje mieszanie cząstek stałych z co najmniej jednym stabilizatorem wybranym z grupy obejmującej: wapno palone, wapno hydratyzowane, cement portlandzki, popiół lotny klasy C, pył z pieca cementowego, pył z pieca wapienniczego, popiół lotny klasy F i inne pucolany tworzące drugą cementową mieszankę, a następnie uformowanie drugiej cementowej mieszanki w kształt i rozmiar konstrukcji nośnej i rozwinięcie wytrzymałości strukturalnej w ramach wymienionej ukształtowanej i zaklejonej drugiej mieszaniny przez reakcję pucolanową w celu utworzenia wymienionej struktury nośnej.

W chińskim opisie patentowym nr CN102390963B ujawniono beton średnio twardy z kruszywa z recyklingu przygotowany z wykorzystaniem odpadów budowlanych i sposób przygotowania kruszywa z recyklingu średnio twardego betonu, polegający na utylizowaniu regeneracyjnego betonu półgrubego do przygotowania odpadków budowlanych, przy czym surowiec według części wagowych zawiera kruszywo grube 1200 ~ 1320, kruszywo drobne 580 ~ 620, środek żelujący 320 ~ 420, reduktor wody i wodę, a opisywany środek żelujący to cement i popiół lotny; cement stanowi 60–90% środka żelującego, a popiół lotny stanowi 10–40% środka żelującego, reduktor wody to cement w ilości 0,3 ~ 0,5%, woda 150  $\pm$  10%, a mieszanka zawiera 50 ~ 100% regenerowanych kruszyw gruboziarnistych powsta-

łych w procesie odlewu budowlanego w opisanym kruszywie gruboziarnistym. Opisywany odpad budowlany to beton, cegła bezużyteczna, zaprawa odpadowa, a opisywane kruszywo drobne to materia naturalna. Ostateczna wytrzymałość na ścislenie betonu jest większa lub równa 30 MPa, a jego wielkość opadu jest mniejsza niż 10 mm, a wartość konsystometryczna jest mniejsza niż 20 s.

W publikacji *Environ Earth Sci* (2014) 71: 4397–4407, pt. „Recykling odpadów z zakładów przetwórstwa kamienia naturalnego w celu stabilizacji gleby gliniastej” (autorzy Osman Sivrikaya, Koray R. Kiyildi, Zeki Karaca) przedstawiono badania dotyczące wykorzystania odpadów powstających przy obróbce kamienia naturalnego, wskazując, że utylizacja odpadów kamiennych na różnych obszarach jest wciąż ograniczona oraz, że istnieje ograniczona liczba badań dotyczących wykorzystania odpadów kamiennych uzyskanych z zakładów przetwórczych w stabilizacji gruntów gliniastych. Twórcy wskazują, że w żadnym z badań w piśmiennictwie nie został zbadany wpływ właściwości kamienia na stabilizację gruntu. Twierdzą, że jest pierwsze badanie porównujące wydajność odpadowego marmuru wapiennego, marmuru dolomitowego oraz proszku granitowego jako dodatków do stabilizacji gleby gliniastej. Próbkę gleby sztucznej przygotowano w laboratorium wykorzystując bentonit i kaolinit. Kamień, naturalny proszek odpadowy został dodany do próbek gleby w różnych miejscach o różnym stopniu zagęszczenia. Analizie poddano stabilizowaną glebę. Wyniki pokazały, że rodzaje proszku odpadowego użytego w tym badaniu, np. wapno, mogą służyć jako stabilizatory. Dodatki zmniejszyły wskaźnik plastyczności gleby gliniastej, a fizyczne właściwości gleby zmieniły się z gliny na muł. Pod względem parametrów zagęszczania zastosowanie wszystkich typów proszku odpadowego naturalnego w badaniach spowodowało spadek zawartości wody i wzrost maksymalnej wagi jednostki suchej. Optymalną mieszankę przy najniższej zawartości wody i najwyższej maksymalnej suchej masie jednostkowej otrzymano z proszku marmuru dolomitowego.

Celem wynalazku jest opracowanie mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym z wykorzystaniem surowców odpadowych, tj. materiału ubocznego pozyskanego podczas produkcji kruszywa z kopalni surowców mineralnych, kruszywa z recyklingu oraz niespoistych gruntów nienośnych, przy odpowiednim doborze składu procentowego poszczególnych składników oraz ich gradacji, co pozwala oszczędzić droższy materiał pozyskany z kopalni i zużycie cementu przy podobnych, albo lepszych tego parametrach wytrzymałościowych.

Mieszanka z kruszyw odpadowych i recyklowanych według wynalazku zawiera materiał uboczny z wydobycia kruszywa dolomitowego w ilości od 47,5 do 97,0% wag. o uziarnieniu od 0,1 do 11 mm, kruszywo naturalne z recyklingu w postaci wapienia w ilości od 0 do 48,5% wag. o uziarnieniu 0,1 do 31,5 mm i spoiwo hydrauliczne w postaci cementu w ilości od 3,0 do 5,0% wag.

W odmianie wykonania mieszanka zawiera materiał uboczny z wydobycia kruszywa dolomitowego w ilości od 95,0 do 97,0% wag. o uziarnieniu od 0,1 do 11 mm i spoiwo hydrauliczne w postaci cementu w ilości od 3,0 do 5,0% wag.

W odmianie wykonania mieszanka zawiera materiał uboczny z wydobycia kruszywa dolomitowego w ilości od 48,0 do 48,5% wag. o uziarnieniu od 0,1 do 11 mm oraz spoiwo hydrauliczne w postaci cementu w ilości od 3,0 do 4,0% wag. oraz dodatkowo zawiera równoziarnisty grunt nienośny w postaci piasku w ilości od 48,0 do 48,5% wag. o uziarnieniu od 1 do 2 mm.

Przedmiot wynalazku został pokazany w przykładach wykonania.

Przykład 1 Skład mieszanki:

- materiał uboczny z wydobycia kruszywa dolomitowego o uziarnieniu od 0,1 do 11 mm w ilości 48,5% wag.
- kruszywo naturalne z recyklingu w postaci wapienia o uziarnieniu 0,1 do 31,5 mm w ilości 48,5% wag.
- spoiwo hydrauliczne w postaci cementu w ilości 3,0% wag.

Przykład 2

Skład mieszanki:

- materiał uboczny z wydobycia kruszywa dolomitowego o uziarnieniu od 0,1 do 11 mm w ilości 47,5% wag.
- kruszywo naturalne z recyklingu w postaci wapienia o uziarnieniu 0,1 do 31,5 mm w ilości 47,5% wag.
- spoiwo hydrauliczne w postaci cementu w ilości 5,0% wag.

**Przykład 3**

Skład mieszanki:

- materiał uboczny z wydobycia kruszywa dolomitowego o uziarnieniu od 0,1 do 11 mm w ilości 97,0% wag.
- spoiwo hydrauliczne w postaci cementu w ilości 3,0% wag.

**Przykład 4**

Skład mieszanki:

- materiał uboczny z wydobycia kruszywa dolomitowego o uziarnieniu od 0,1 do 11 mm w ilości 95,0% wag.
- spoiwo hydrauliczne w postaci cementu w ilości 5,0% wag.

**Przykład 5**

Skład mieszanki:

- materiał uboczny z wydobycia kruszywa dolomitowego o uziarnieniu od 0,1 do 11 mm w ilości 48,5% wag.
- równoziarnisty grunt nienośny w postaci piasku o uziarnieniu od 1 do 2 mm w ilości 48,5% wag.
- spoiwo hydrauliczne w postaci cementu w ilości 3,0% wag.

**Przykład 6**

Skład mieszanki:

- materiał uboczny z wydobycia kruszywa dolomitowego o uziarnieniu od 0,1 do 11 mm w ilości 48,0% wag.
- równoziarnisty grunt nienośny w postaci piasku o uziarnieniu od 1 do 2 mm w ilości 48,0% wag.
- spoiwo hydrauliczne w postaci cementu w ilości 4,0% wag.

Badania wykazały, że mieszanka zawierająca kruszywo dolomitowe w ilości od 47–48% wag, kruszywo naturalne z recyklingu w postaci wapienia w ilości 47–48% wag i spoiwo hydrauliczne w postaci cementu w ilości 5% wag osiąga najlepsze parametry fizykochemiczne, w tym wytrzymałość na ściskanie od 2,89 do 3,71 MPa (po 7 dniach dojrzewania) i od 4,36 do 5,44 MPa (po 28 dniach). Ponadto mieszanki zawierające wyłącznie materiał dolomitowy i spoiwo hydrauliczne wykazywały znacznie większe wahanie parametru wytrzymałościowego na ściskanie niż te zawierające kruszywo z recyklingu. Również w przypadku poddania mieszanek wielokrotnym cyklowi zamrażania i rozmrażania nie stwierdzono znaczącego spadku wytrzymałości po zakończeniu tej procedury, a wskaźnik mrozoodporności był większy od 0,8.

### Zastrzeżenia patentowe

1. Mieszanka z kruszyw odpadowych i recyklowanych, **znamienna tym**, że zawiera materiał uboczny z wydobycia kruszywa dolomitowego w ilości od 47,5–97,0% wag. o uziarnieniu od 0,1 do 11 mm, kruszywo naturalne z recyklingu w postaci wapienia w ilości od 0 do 48,5% wag. o uziarnieniu 0,1 do 31,5 mm i spoiwo hydrauliczne w postaci cementu w ilości od 3,0 do 5,0% wag.
2. Mieszanka według zastrz. 1, **znamienna tym**, że zawiera materiał uboczny z wydobycia kruszywa dolomitowego w ilości od 95,0 do 97,0% wag. o uziarnieniu od 0,1 do 11 mm i spoiwo hydrauliczne w postaci cementu w ilości od 3,0 do 5,0% wag.
3. Mieszanka według zastrz. 1, **znamienna tym**, że zawiera materiał uboczny z wydobycia kruszywa dolomitowego w ilości od 48,0 do 48,5% wag. o uziarnieniu od 0,1 do 11 mm oraz spoiwo hydrauliczne w postaci cementu w ilości od 3,0 do 4,0% wag. oraz dodatkowo zawiera równoziarnisty grunt nienośny w postaci piasku w ilości od 48,0 do 48,5% wag. o uziarnieniu od 1 do 2 mm.