

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL** (11) **234631**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **414545**

(22) Data zgłoszenia: **28.10.2015**

(51) Int.Cl.

B28B 1/08 (2006.01)

E01C 5/06 (2006.01)

E01C 15/00 (2006.01)

(54)

Sposób wytwarzania plamoodpornych kostek brukowych

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

08.05.2017 BUP 10/17

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

31.03.2020 WUP 03/20

(73) Uprawniony z patentu:

**DROG-BRUK A. P. SZCZEREK
SPÓŁKA JAWNA, Błaszki, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

ANDRZEJ MOŚCICKI, Łódź, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Adam Pawłowski

PL 234631 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania plamoodpornych kostek brukowych.

Znana i powszechnie stosowana jest technologia wytwarzania kostki brukowej dwuwarstwowej poprzez wibroprasowanie. Przykładowy sposób tego typu znany jest z polskiego opisu patentowego PL181930, w którym formę wypełnia się całkowicie betonem o konsystencji półsuchej, wstępnie ubija matrycą formującą gniazdo pod wkład z betonu zabarwionego, usuwa się ją, a w jej miejsce umieszcza się ramkę dystansową i tak powstałą przestrzeń o przekroju spłaszczonego sześciokąta nieforemnego wypełnia się zabarwionym betonem o konsystencji półsuchej, po czym usuwa się ramkę dystansową i od strony posadowienia zabarwionego betonu przykładą się matrycę mechanizmu prasującego, następnie zagęszcza się cały wsad metodą wibroprasowania i tak utworzoną kostkę wypycha się z formy.

Kostki brukowe są narażone na różnego rodzaju zabrudzenia, w tym także zabrudzenia pochodzenia organicznego, przykładowo olejami czy smarami, szczególnie w przypadku gdy kostka brukowa jest ułożona w miejscu przeznaczonym do postoju czy parkowania pojazdów. Zabrudzenia organiczne, w szczególności te o charakterze hydrofobowym, w celu usunięcia wymagają stosowania różnego rodzaju detergentów, które są szkodliwe dla środowiska naturalnego oraz przyczyniają się do zanieczyszczenia gleby.

Z polskiego zgłoszenia patentowego P.387844 znany jest preparat do usuwania plam olejowych z kostek brukowych stanowiący mieszaninę rozpuszczalników polarnych oraz niepolarnych, a także węglanu wapnia. Frakcję stałą, obecną na powierzchni kostki brukowej po odparowaniu preparatu usuwa się za pomocą szpachelki, a pozostałość przemywa octem oraz spłukuje wodą.

Z polskiego zgłoszenia patentowego P.401193 znany jest sposób wytwarzania kostki brukowej, w którym przygotowuje się mieszkankę betonową, którą napełnia się formę wibroprasy i napełnioną formę poddaje się jednoczesnemu prasowaniu i wibrowaniu, kształtując surowe kostki brukowe, charakteryzujący się tym, że po napełnieniu formy wibroprasy na mieszkankę betonową natryskuje się wodny koncentrat nano miedzi o wielkości cząstek od 25 nm do 35 nm w ilości zapewniającej stężenie cząstek nano miedzi w górnej warstwie kostki o grubości co najmniej 1 mm na poziomie co najmniej 20 ppm.

Celowym byłoby opracowanie kostek brukowych plamoodpornych, które byłyby łatwe do oczyszczania z zabrudzeń organicznych, a w szczególności zabrudzeń o charakterze hydrofobowym, bez konieczności stosowania środków chemicznych, w tym rozpuszczalników czy detergentów mających negatywny wpływ na środowisko naturalne.

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania plamoodpornych kostek brukowych, w którym przygotowuje się mieszkankę betonową, którą napełnia się formę wibroprasy i napełnioną formę poddaje się jednoczesnemu prasowaniu i wibrowaniu kształtując surowe kostki brukowe, charakteryzujący się tym, że po napełnieniu formy wibroprasy na mieszkankę betonową natryskuje się na warstwę licową kostki roztwór stanowiący mieszaninę nanocząstek dwutlenku tytanu ($n\text{TiO}_2$) o rozmiarze w zakresie od 2 do 7 nm oraz mikrocząstek dwutlenku tytanu ($p\text{TiO}_2$) o rozmiarze w zakresie od 2 do 7 μm w stosunku wagowym $n\text{TiO}_2$ do $p\text{TiO}_2$ wynoszącym 5:1, o łącznym stężeniu dwutlenku tytanu w koloidzie wynoszącym od 0,05% do 5% wag. oraz polimer akrylowy w ilości do 2 do 10% wag. oraz wodę w uzupełnieniu do 100% wag.

Korzystnie, roztwór natryskuje się na mieszkankę betonową przed przeprowadzeniem prasowania i wibrowania.

Korzystnie, roztwór natryskuje się na mieszkankę betonową po przeprowadzeniu prasowania i wibrowania.

Przedmiot wynalazku przedstawiono w przykładach wykonania na rysunku na którym:

Fig. 1 przedstawia schemat linii technologicznej do wytwarzania kostki brukowej sposobem według wynalazku.

Fig. 2–4 przedstawiają zdjęcia próbek syplkiej masy budowlanej bez dodatku koloidu z TiO_2 (Fig. 2A, 3A oraz 4A) oraz zawierające dodatek koloidu z TiO_2 (Fig. 2B, 3B oraz 4B) po zabrudzeniu olejem silikonowym oraz przemyciu wodą;

Fig. 5A–5C przedstawiają zdjęcia kostek brukowych od strony licowej: bez naniesionej kompozycji z TiO_2 oraz z naniesioną kompozycją z TiO_2 po zabrudzeniu olejem silikonowym oraz przemywaniu wodą przez czas wynoszący 12 godzin (Fig. 5A), 48 godzin (Fig. 5B) oraz 72 godziny (Fig. 5C).

W pierwszym mieszalniku 21 przygotowuje się mieszkankę na warstwę konstrukcyjną, mieszając gruboziarniste kruszywo z dozatora 11, cement z silosu 12, plastyfikator z dozatora 13 i wodę z ujęcia 14. W drugim mieszalniku przygotowuje się mieszkankę na warstwę licową, mieszając drobnoziarniste

kruszywo z dozatora 15, cement z silosu 12, plastyfikator z dozatora 13, wodę z ujęcia 14, ewentualne barwniki i dodatki z dozatora 16. Proporcje poszczególnych składników w mieszankach dobiera się na zasadach zgodnych ze znanymi technologiami wytwarzania dwuwarstwowej betonowej kostki brukowej.

Mieszanke na warstwę konstrukcyjną z mieszalnika 21 w postaci półsuchego betonu podaje się do wibroprasy 31, w której następuje podwibracja, a następnie na podwibrowaną warstwę konstrukcyjną nasypuje się mieszanke na warstwę licową z mieszalnika 22, po czym wibroprasuje się formę. Warstwa licowa może mieć grubość około 5–6 mm.

Na warstwę licową natryskuje się za pomocą natryskiwacza 17 koloidalny roztwór dwutlenku tytanu omówiony szczegółowo poniżej. Natrysk można przeprowadzić przed etapem wibroprasowania lub po etapie wibroprasowania.

Paletę z ukształtowanymi surowymi kostkami brukowymi przenosi się za pomocą windy piętrującej 32 na regały wysokiego składowania 33, gdzie beton dojrzewa. Po okresie dojrzewania, za pomocą windy rozpiętrowującej 34 przenosi się palety na stanowisko kontroli jakości 35, skąd kostki spełniające określone kryteria jakościowe przenoszone są do pakowarki 36.

Rozwiązanie według wynalazku pozwala na uzyskanie samoczyszczących kostek brukowych wytwarzanych ze standardowych materiałów budowlanych. Samoczyszczące kostki brukowe wytwarza się sposobem który obejmuje naniesie na powierzchnię kostki brukowej koloidu zawierającego:

- kompozycję nanocząstek dwutlenku tytanu (nTiO_2) o rozmiarach w zakresie od 2 do 7 nm raz mikrocząstek dwutlenku tytanu o rozmiarach (μTiO_2) w zakresie od 2 do 7 μm w stosunku wagowym $\mu\text{TiO}_2 : \text{nTiO}_2$ wynoszącym 5:1 ($\mu\text{TiO}_2/\text{nTiO}_2 = 80\%/20\%$), w łącznej ilości w koloidzie wynoszącej od 0,05% do 5%, a bardziej korzystnie w ilości od 2 do 5% wag.,
- polimer akrylowy w ilości wynoszącej od 2 do 10% wag.,
- opcjonalnie napełniacz taki jak na przykład syntetyczny węglan wapnia (CaCO_3), mączka kwarcowa czy talk w ilości zależnej od pożądanej gęstości koloidu;
- wodę w uzupełnieniu do 100% wag.

Koloid o podanym powyżej składzie nanosi się na powierzchnię licową kostki brukowej – to jest górną warstwę ścieralną kostki brukowej, widoczną po ułożeniu na podłożu, która jest szczególnie narażona na zabrudzenia, takie jak oleje czy smary samochodowe, a także zabrudzenia innego pochodzenia.

Po naniesieniu koloidu na powierzchnię kostki brukowej kostkę brukową z warstwą koloidu pozostawia się do wyschnięcia celem odparowania wody oraz koalescencji polimeru akrylowego.

Wysuszona warstwa koloidu wykazuje dobrą adhezję po powierzchni kostki brukowej oraz stanowi warstwę ochronną zapewniającą kostce właściwości plamoodporne (samoczyszczące), a także właściwości hydrofobowe oraz fotokatalityczne. Suszenie warstwy koloidu może odbywać się w różnych warunkach umożliwiających odparowanie wody z warstwy koloidu, to jest przykładowo: w temperaturze zbliżonej do temperatury pokojowej i pod ciśnieniem atmosferycznym.

Ze względu na zastosowanie w koloidzie, jako spoiwa, polimeru akrylowego koloid nadaje się na kostki brukowe o różnym składzie. Przykładowo, koloid można nanosić na powierzchnie licowe kostek brukowych wykonanych z masy do produkcji górnej warstwy ścieralnej kostek brukowych o następującym składzie:

- kruszywo, takie jak na przykład kruszywo drobno piaskowe o granulacji w zakresie 0–3 mm, w ilości 4,5 kg;
- cement, na przykład cement portlandzki, w ilości 1,09 kg;
- standardowy plastyfikator w ilości 5 g;
- woda w odpowiedniej ilości.

W celu określenia właściwości plamoodpornych (samoczyszczących) kostek brukowych z dodatkiem koloidu na bazie dwutlenku tytanu o rozmiarach nano- oraz mikrometrowych sporządzono mieszanke składników wykorzystywanych typowo do produkcji górnej warstwy ścieralnej kostek brukowych składającej się z cementu, wypełniacza żwirowego, plastyfikatora oraz wody. Przygotowaną mieszanke podzielono na sześć próbek z których do trzech próbek wprowadzono koloid z kompozycją TiO_2 , w ilości zapewniającej wynikowe stężenie TiO_2 w próbce wynoszące odpowiednio:

- dla pierwszej próbki sypkiej mieszanki budowlanej: 0,5% kompozycji TiO_2 w masie próbki;
- dla drugiej próbki sypkiej mieszanki budowlanej: 1% kompozycji TiO_2 w masie próbki;
- dla trzeciej próbki sypkiej mieszanki budowlanej: 5% kompozycji TiO_2 w masie próbki.

Wszystkie przygotowane próbki wymieszano za pomocą mieszadła mechanicznego w celu zapewnienia równomiernej dyspersji cząstek TiO_2 w materiale. Pozostałe trzy próbki – bez dodatku koloidu

z nano TiO_2 – wykorzystano jako próbki odniesienia (to jest próbki referencyjne) – Fig. 2A, 3A, 4A. Wszystkie próbki suszono w temperaturze otoczenia przez 24 godziny. Następnie wysuszone próbki poddano testom z użyciem oleju silikonowego, polegających na naniesieniu jednakowej ilości oleju silikonowego odpowiednio na próbkę z koloidem i próbkę referencyjną oraz przemyciu próbek jednakową ilością wody. Rezultaty przeprowadzonych doświadczeń zestawiono na Fig 2A, 2B, 3A, 3B oraz 4A, 4B.

Fig. 2A, 3A, oraz 4A przedstawiają zdjęcia próbek referencyjnych (bez dodatku koloidu), natomiast Fig. 2B, 3B oraz 4B przedstawiają zdjęcia próbek zawierających TiO_2 o stężeniu w masie próbki wynoszącym odpowiednio: 0,5% TiO_2 – Fig. 2B, 1% TiO_2 – Fig. 3B oraz próbka zawierająca 5% TiO_2 – Fig. 4B.

Wszystkie próbki sfotografowano po jednakowym czasie od momentu naniesienia oleju silikonowego oraz przemycia wodą.

Na Fig. 2A oraz 2B, 3A oraz 3B a także 4A oraz 4B widoczna jest wyraźna różnica w intensywności obszaru: 21A, 31A, 41A na który naniesiono olej silikonowy dla próbek referencyjnych 20A, 30A, 40A oraz odpowiednich próbek zawierających TiO_2 w stężeniu: 0,5% TiO_2 – próbka 20B z naniesionym olejem silikonowym 21B, 1% TiO_2 – próbka 30B z naniesionym olejem silikonowym 31B oraz 5% TiO_2 – próbka 40B z naniesionym olejem silikonowym 41B.

Wszystkie próbki zawierające koloid z TiO_2 charakteryzują się jaśniejszym obszarem oleju, a zatem mniejszym zabrudzeniem (21B, 31B, 41B) w porównaniu z obszarem oleju (zabrudzeniem olejem) widocznym na próbkach referencyjnych (21A, 31A, 41A), co dowodzi, iż dodanie koloidu z TiO_2 do materiałów wykorzystywanych przy produkcji kostki brukowej wpływa na poprawę parametrów technicznych tych materiałów, w tym między innymi na zmniejszenie nasiąkliwości tych materiałów. Ponadto porównując próbki zawierające TiO_2 w różnym stężeniu (Fig. 2B, 3B, oraz 4B) można zauważyć wyraźną różnicę w intensywności zabrudzenia olejem silikonowym: 21B, 31B, 41B, przy czym im większe stężenie TiO_2 w badanej próbce, tym mniejsze zabrudzenie olejem silikonowym, przy czym na próbce zawierającej TiO_2 w masie w stężeniu wynoszącym 5% (Fig. 4B) brak jest jakichkolwiek widocznych śladów oleju silikonowego 41B. Zatem, wraz ze zwiększeniem w masie próbki stężenia kompozycji TiO_2 o rozmiarach cząstek w zakresie mikro- oraz nanometrowym (w stosunku wagowym $\mu\text{TiO}_2 : n\text{TiO}_2 = 5:1$) zmniejsza się nasiąkliwość materiałów wykorzystywanych do budowy kostek brukowych, natomiast poprawie ulegają właściwości samoczyszczące tych materiałów.

Koloid z TiO_2 do nanoszenia na kostki brukowe można sporządzać w różny sposób, przykładowo poprzez odmierzenie oraz dokładne wymieszanie wszystkich składników koloidu – w dowolnej kolejności, w temperaturze pokojowej pod ciśnieniem atmosferycznym.

W toku dalszych badań, w celu oceny właściwości samoczyszczących kostek brukowych z warstwą koloidu, sporządzono koloid o łącznym stężeniu TiO_2 wynoszącym 500 ppm, gdzie stosunek wagowy $\mu\text{TiO}_2 : n\text{TiO}_2$ wynosił 5:1. Sporządzony koloid nanoszono na powierzchnię licową gotowych kostek brukowych.

W celu oceny niektórych właściwości koloidu, w czasie 24 godzin od sporządzenia koloidu sprawdzono niektóre parametry, w tym stabilność koloidu – poprzez pomiary lepkości za pomocą wiskozymetru Brookfielda, których wyniki potwierdziły dobrą stabilność koloidu.

Sporządzony koloid, o stężeniu kompozycji TiO_2 równym 500 ppm naniesiono następnie na powierzchnię licową kostek brukowych metodą natryskową oraz odstawiono kostki wyschnięcia. W celu porównania właściwości plamoodpornych kostek brukowych z naniesioną warstwą koloidu oraz kostek brukowych konwencjonalnych – bez warstwy koloidu, na kostkę konwencjonalną 51A–51C oraz kostkę z warstwą koloidu 52A–52C naniesiono olej maszynowy – stosowany w samochodach. Kostki konwencjonalne 51A–51C i z warstwą koloidu 52A–52C myto strumieniem wody oraz obserwowano wygląd kostek przez 72 godziny. Na Fig. 5 przedstawiono zdjęcia kostek konwencjonalnych 51A–51C i z warstwą koloidu 52A–52C po upływie odpowiednio 12 godzin (Fig. 5A), 48 godzin (Fig. 5B) oraz 72 godzin (Fig. 5C) od momentu naniesienia oleju maszynowego na kostki konwencjonalne 51A–51C i z warstwą koloidu 52A–52C. Porównując wygląd kostki z TiO_2 po różnym czasie mycia strumieniem wody: 52A, 52B, 52C można zauważyć brak jakichkolwiek zabrudzeń olejem maszynowym bez względu na czas, jaki upłynął od momentu naniesienia oleju, natomiast dla kostek brukowych konwencjonalnych 51A, 51B, 51C można zauważyć wyraźne zabrudzenie olejem w postaci zaciemnionego obszaru na powierzchni licowej kostki odpowiednio po czasie mycia wynoszącego: 12 godzin, 48 godzin oraz 72 godziny: 51A, 51B, 51C. Zabrudzenia obecne na powierzchni kostek konwencjonalnych 51A–51C są głębokie oraz niemożliwe do usunięcia przy zastosowaniu typowych metod mycia takich jak mycie strumieniem wody.

Podobne testy przeprowadzono dla koloidów o stężeniu kompozycji TiO_2 (gdzie stosunek wagowy $\mu\text{TiO}_2 : \text{nTiO}_2 = 5:1$) wynoszącej odpowiednio 2%, 3%, 4% oraz 5%. Wyniki przeprowadzonych badań potwierdziły się i kostki brukowe z ochronną warstwą koloidu zawierającego kompozycję TiO_2 w stężeniu od 2% do 5% w koloidzie także wykazują dobre właściwości plamoodporne.

Przeprowadzone testy wykazały zatem, iż kostki z warstwą koloidu z TiO_2 o stężeniu TiO_2 zawierającego cząstki TiO_2 o rozmiarze mikro- oraz nanometrycznym w stosunku wagowym $\mu\text{TiO}_2/\text{nTiO}_2$ wynoszącym 5:1, myte wyłącznie wodą (bez dodatku detergentów czy innych środków myjących) w tych samych warunkach – można oczyścić z zabrudzeń, ponieważ baza polimerowa koloidu (to jest baza poliakrylanowa) zabezpiecza powierzchnię licową kostek brukowych przed wnikaniem brudu, natomiast zastosowana kompozycja dwutlenku tytanu, gdzie stosunek wagowy $\mu\text{TiO}_2 : \text{nTiO}_2$ wynosi 5:1 tworzy wyjątkowo dobrą barierę hydrofobową, zapewniającą lepsze właściwości hydrofobowe kostek brukowych niż konwencjonalnie stosowane kompozycje wyłącznie na bazie nano dwutlenku tytanu. Ponadto kompozycja dwutlenku tytanu, gdzie stosunek wagowy $\mu\text{TiO}_2/\text{nTiO}_2$ wynosi 5:1 zapewnia lepszą adhezję do powierzchni kostki brukowej, co przyczynia się do obniżenia ścieralności hydrofobowej warstwy ochronnej z powierzchni kostki, a zatem zapewnia wydłużenie okresu użytkowania plamoodpornych kostek brukowych według wynalazku.

Kostki wytworzone metodą według wynalazku to jest zawierające zewnętrzną warstwę ochronną z TiO_2 o rozmiarach mikro- oraz nanometrowych wykazują dobre właściwości samoczyszczące oraz plamoodporne.

Kostki brukowe są przeznaczone do układania w różnych miejscach, a w szczególności na obszarach chodnikowych przystosowanych do zatrzymywania czy postoju pojazdów na parkingach, a także innych obszarach, gdzie chodnik pełni nie tylko funkcję praktyczną ale również estetyczną, przykładowo w strefach na terenie których wymagana jest wysoka czystość nawierzchni, takich jak miejskie tereny rekreacyjne.

Kostki brukowe z ochronną warstwą koloidu można myć samą wodą – bez dodatku szkodliwych dla środowiska substancji chemicznych takich jak detergenty, co wpływa pozytywnie na stan gleby oraz bytujących w niej organizmów żywych, a także zapewnia obniżenie kosztów mycia kostki brukowej – ze względu na redukcję kosztów związanych z zastosowaniem czyszczących środków chemicznych

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania plamoodpornych kostek brukowych, w którym przygotowuje się mieszankę betonową, którą napełnia się formę wibroprasy i napełnioną formę poddaje się jednoczesnemu prasowaniu i wibrowaniu kształtując surowe kostki brukowe, **znamienny tym**, że po napełnieniu formy wibroprasy na mieszankę betonową natryskuje się na warstwę licową kostki roztwór stanowiący mieszaninę nanocząstek dwutlenku tytanu (nTiO_2) o rozmiarze w zakresie od 2 do 7 nm oraz mikrocząstek dwutlenku tytanu (μTiO_2) o rozmiarze w zakresie od 2 do 7 μm w stosunku wagowym nTiO_2 do μTiO_2 wynoszącym 5:1, o łącznym stężeniu dwutlenku tytanu w koloidzie wynoszącym od 0,05% do 5% wag. oraz polimer akrylowy w ilości do 2 do 10% wag. oraz wodę w uzupełnieniu do 100% wag.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że roztwór natryskuje się na mieszankę betonową przed przeprowadzeniem prasowania i wibrowania.
3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że roztwór natryskuje się na mieszankę betonową po przeprowadzeniu prasowania i wibrowania.

Rysunki

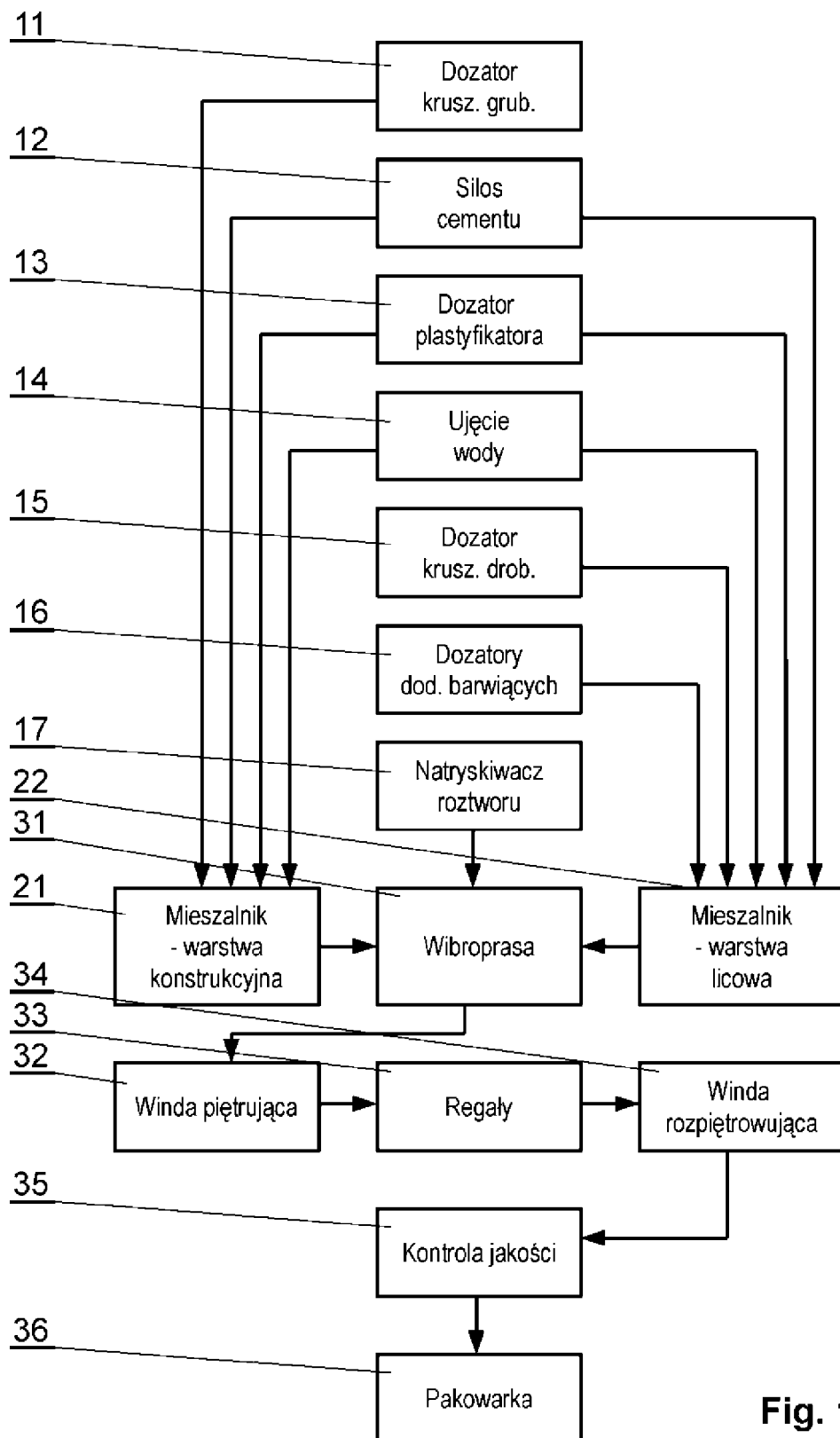
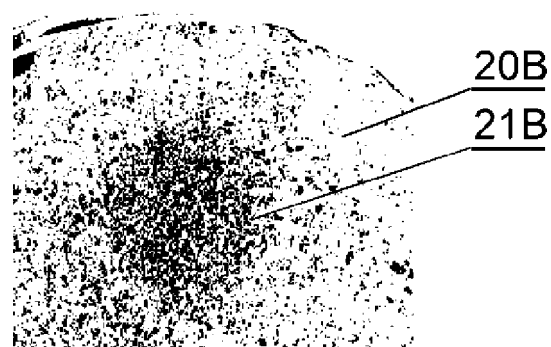
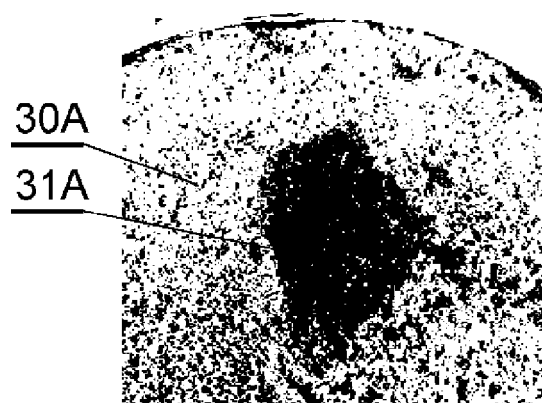
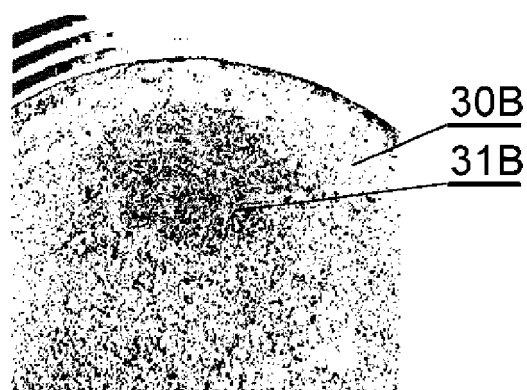
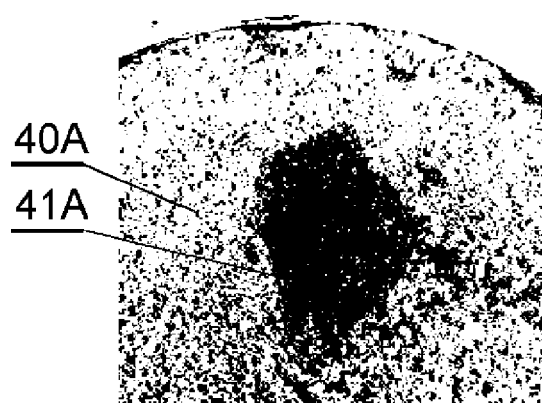


Fig. 1

**Fig. 2A****Fig. 2B****Fig. 3A****Fig. 3B****Fig. 4A****Fig. 4B**

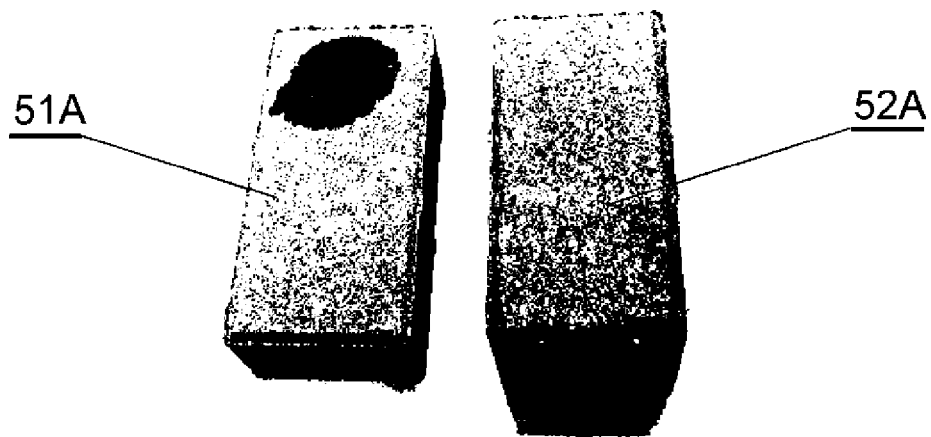


Fig. 5A

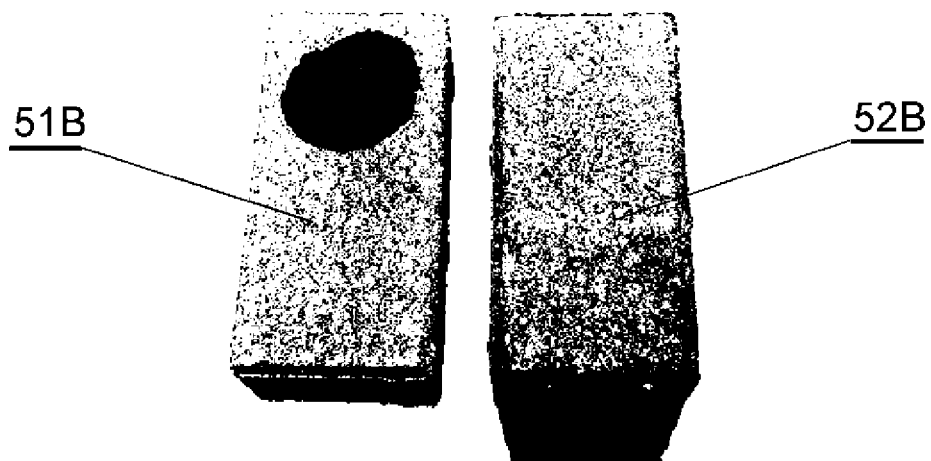


Fig. 5B

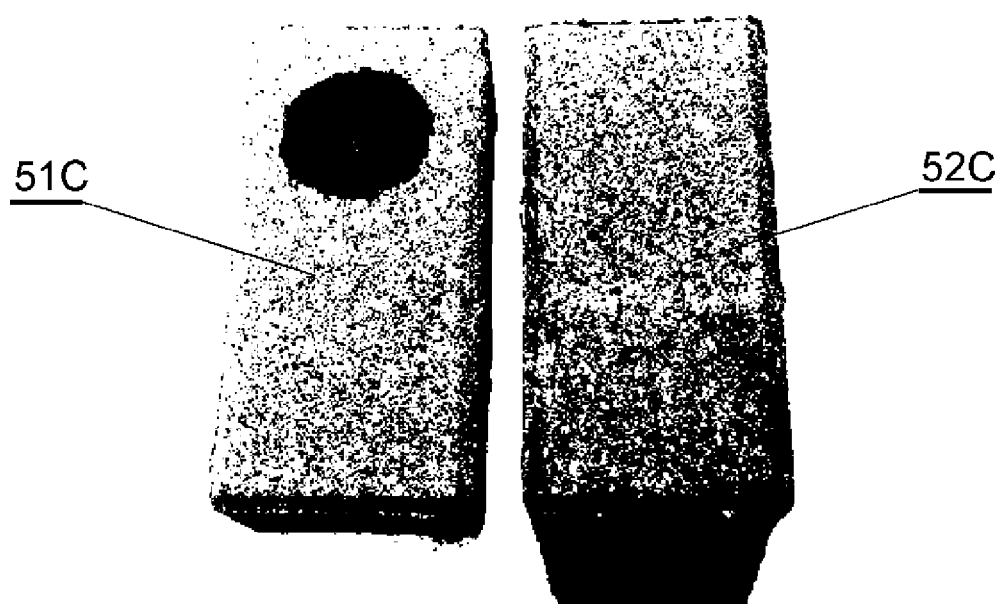


Fig. 5C