

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 247345 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **442738**

(22) Data zgłoszenia: **2022.11.04**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2024.05.06 BUP 19/2024**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.06.16 WUP 24/2025**

(51) MKP:

B29B 17/00 (2006.01)

B09B 3/00 (2022.01)

B09B 3/32 (2022.01)

B09B 3/35 (2022.01)

B29C 43/02 (2006.01)

B29C 43/04 (2006.01)

B29C 43/52 (2006.01)

E01C 5/20 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**EKO-MYŚL SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Dalsze, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

MAREK SZOSTAK, Swarzędz, PL

MACIEJ WRÓBLEWSKI, Biedusko, PL

KINGA MENCEL, Tulce, PL

BARTOSZ ŁĘGOSZ, Gorzów Wielkopolski, PL

IWONA PAWLICZ, Szczecin, PL

KAMILA RÓŻAŃSKA, Dalsze, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Marcin Walkowiak, Dobra, PL

(54) Tytuł:

**Sposób wytwarzania płyty drogowej ze zmieszanych odpadów tworzyw sztucznych
pochodzących z selektywnej zbiórki odpadów**

PL 247345 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania płyty drogowej ze zmieszanych odpadów tworzyw sztucznych pochodzących z selektywnej zbiórki odpadów. Metoda otrzymywania płyt drogowych oparta jest na zastosowaniu do ich wytwarzania wtórnych zmieszanych odpadów polimerowych pochodzących z selektywnej zbiórki odpadów, które to odpady są trudne do zagospodarowania i zazwyczaj trafiają do strumienia przeznaczanego do utylizacji poprzez spalanie.

Główną zaletą i nowością metody prasowania zmieszanych odpadów z tworzyw sztucznych, jest możliwość ich ponownego wykorzystania w procesie wytwarzania nowych wyrobów w przykładowej postaci płyt drogowych o różnych rozmiarach i grubościach. Pozwala to na ograniczenie użycia surowców pochodzenia petrochemicznego, czy też odpadów tworzyw sztucznych o lepszej jakości, które obecnie dość powszechnie stosowane są do produkcji wyrobów o wyższych wymaganiach jakościowych. Ponowne wykorzystanie zmieszanych odpadów tworzyw sztucznych z selektywnej zbiórki wpisuje się bardzo dobrze w gospodarkę o obiegu zamkniętym (z ang.: *Circular Economy*), będącą koncepcją gospodarczą, w której produkty, materiały oraz surowce powinny pozostawać w gospodarce tak długo, jak jest to tylko możliwe, a wytwarzanie odpadów powinno być jak najbardziej zminimalizowane.

Na podstawie znanego stanu techniki można stwierdzić, że proponowana technologia wytwarzania produktów ze zmieszanych odpadów polimerowych pochodzących z recyklingu – poprzez zastosowanie odpowiednich parametrów procesowych oraz w kontrolowanym środowisku pracy – wpływa znacząco na właściwości wytwarzanych z nich produktów, tj. płyt drogowych.

Dotychczasowe rozwiązania technologiczne zakładają zastosowanie bądź to innych technologii przetwórstwa, bądź też wykorzystanie innych materiałów odpadowych do produkcji płyt czy też zbliżonych wyrobów.

W opisie wynalazku PL 216083 „Sposób wytwarzania płyty kompozytowej na bazie tetra paków oraz płyta kompozytowa na bazie tetra paków” przedstawiono wytwarzanie płyt kompozytowych na bazie „tetra paków”, mających zastosowanie w przemyśle budowlanym oraz opakowaniowym. Istotą tego rozwiązania jest otrzymanie płyty warstwowej na bazie „tetra paków”, który polega na tym, że rozdrabnia się odpadowe opakowania „tetra pak” na drobne fragmenty. W pracy wykorzystywana jest technologia prasowania, w wyniku której otrzymuje się płyty, które następnie układa się naprzemiennie z folią otrzymując kompozyty warstwowe. Otrzymany materiał/wyrób jest wyrobem warstwowym.

Z publikacji PL193941B3 znana jest natomiast sześciokątna płyta nawierzchniowa, której boki są naprzemiennie zaopatrzone w górny oraz w dolny element połączeniowy, przy czym po połączeniu płyt, dolny element połączeniowy jednej płyty współpracuje z przykrywającym go górnym elementem połączeniowym sąsiedniej płyty, a ponadto, płyta jest wyposażona w znajdujący się na jej obrzeżu skierowany do dołu kołnierz oraz w znajdujący się w jej środku otwór. Płyta wykonana jest PE lub z PP, oraz z kombinacji tych materiałów i modyfikatorów. Materiały mogą pochodzić z odpadów.

Przedmiotem kolejnego wynalazku opisanego w dokumencie PL218877 jest sposób wytwarzania płyty z tworzywa polimerowego i płyta wytwarzana tym sposobem, zwłaszcza z wiórów odpadowych poprodukcyjnych, głównie z poli(chloroku)winyłu nieplastifikowanego lub polietylenu. Istotą sposobu wytwarzania płyty z tworzywa polimerowego, zwłaszcza z wiórów odpadowych poprodukcyjnych, głównie z poli(chloroku)winyłu nieplastifikowanego lub polietylenu jest to, że wióry odpadowe wprowadza się do metalowej formy składającej się z gniazda formującego oraz stempla, i umieszcza się na prasie pionowej, po czym ścianki zewnętrzne gniazda formującego nagrzewa się do temperatury mniejszej niż temperatura uplastyczniania tworzywa polimerowego, z kolei na górną warstwę wiórów odpadowych, będących w gnieździe formującym, wywiera się nacisk siły o wartości z zakresu 0,2 do 25 kN pochodzący od stempla, a następnie po czasie z zakresu od 20 do 240 s ogrzewa się dolną powierzchnię gniazda formującego i stempel do temperatury z zakresu 65–100% temperatury uplastyczniania tworzywa, przez okres czasu z zakresu od 5 do 45 sekund, następnie stempel odciąża się od gniazda formującego, po czym uformowana płyta ulega ochłodzeniu w temperaturze otoczenia.

Z publikacji chińskiego wynalazku CN 104746404A znana jest twarda tworzywowa płyta redukcyjna, płyta wysokoelastyczna oraz trójkątna płyta przydrożna ze sztywnego tworzywa sztucznego. Płyty mocowane są za pomocą śrub.

Przedmiotem wynalazku opisanego w amerykańskiej publikacji US4826351A jest płyta kratownicowa z tworzywa sztucznego, posiadająca szorstką, zapobiegającą poślizgowi stronę wierzchnią i dolną stronę wzmocnioną żebrami, która jest przystosowana do umieszczenia jako element mocujący dla miejsc parkingowych, nasypów drogowych, ramp, itp., zawierająca: trzywymiarową płytę kratownicową

zawierającą górną powierzchnię, dolną sekcję przeciwną do górnej powierzchni, co najmniej trzy boki wokół obwodu rozciągające się od górnej powierzchni do dolnej sekcji oraz wtykowe środki łączące przystosowane do zablokowania ze sobą i ponownie rozłączalne w celu połączenia ze sobą umieszczone płyty kratowe zawierające co najmniej jeden wkładany środek łączący wystający poziomo z co najmniej dwóch ścian bocznych płyty kratownicy w określonych położeniach w pierwszej połowie obszaru każdej ściany bocznej i wystający poza górną powierzchnię, przy czym wspomniane środki łączące posiadają wolny koniec kątowo wygięty w kształcie haka w półzawias, a w górnej części wspomnianych co najmniej dwóch ścian bocznych zapewniono co najmniej jeden otwór w ścianie poziomej płyty kratki, które to środki otworów w ścianie poziomej zawierają środki łączące w położeniach na drugiej połowie obszaru każdej ścianki bocznej do sprzęgania odpowiednich wkładanych środków łączących sąsiednich ułożonych płyt kratowych we wspomnianych danych położeniach, jednocześnie umożliwiając z góry określony względny ruch poziomy kraty płyty w stosunku do siebie, gdy znajdują się one w pozycji zainstalowanej.

Proces recyklingu wieloskładnikowego mieszanego polimerowego materiału odpadowego opisany został w amerykańskim dokumencie US5565158A. Proces ten obejmuje etapy aglomeracji wieloskładnikowego mieszanego polimerowego materiału odpadowego i przędzenia aglomeratu z wytworzeniem przędzy, przy czym wieloskładnikowy mieszany polimerowy materiał odpadowy zawiera mieszanekę co najmniej dwóch niekompatybilnych polimerów.

Istotą wynalazku jest sposób wytwarzania płyty drogowej ze zmieszanych odpadów tworzyw sztucznych pochodzących z selektywnej zbiórki odpadów. W sposobie tym mieszane odpady tworzyw sztucznych pochodzących z selektywnej zbiórki odpadów – o wilgotności nie przekraczającej 10% – nie są segregowane ani poddawane myciu a jedynie wstępnemu rozdrabnianiu do frakcji o wielkości 3–70 mm. Jeśli zaś odpady posiadają wyższą zawartość wody, stosuje się ich naturalne suszenie przez okres około 10 dni lub wymuszone suszenie w suszarkach w zakresie temperatur 60–80°C przez 2 do 6 godzin, w zależności od zawartości wilgoci w materiale wsadowym. W dalszej kolejności nagrzewa się zamkniętą formę stalową z gniazdem formującym o kształcie wytwarzanej płyty do temperatury 170–210°C, korzystnie 195°C, po czym otwiera się nagrzaną formę i zasypuje się ją zmieszanymi rozdrobnionymi odpadami. Następnie prasuje się wprowadzone odpady za pomocą przyłożonej siły z zakresu od 100 do 200 kN, korzystnie 150 kN, przez 3 do 5 minut – w zależności od płynności tworzywa. W dalszej kolejności formę chłodzi się do temperatury 90–100°C, korzystnie 100°C. Obniżenie temperatury umożliwia usunięcie płyty bez ryzyka uszkodzenia mechanicznego. W kolejnym etapie płyta stygnie swobodnie poza formą do temperatury otoczenia.

Korzystnym jest, kiedy rozdrobniony recyklat o wielkości frakcji w zakresie 30–70 mm poddaje się dodatkowemu rozdrobnieniu w kolejnym cyklu mielenia w młynku wolnoobrotowym do wielkości 10–30 mm.

W innym wyjątkowo korzystnym wariantcie rozdrobniony recyklat o wielkości frakcji w zakresie 30–70 mm albo 10–30 mm, poddaje się dodatkowemu rozdrobnieniu w młynku szybkoobrotowym do wielkości frakcji 3–8 mm, a następnie suszeniu w suszarce w temperaturze 60–80°C przez 2 do 6 godzin w zależności od początkowej zawartości wilgoci materiału wejściowego do procesu do zawartości wilgoci około 1%.

Zastosowanie dodatkowego mielenia wstępnie rozdrobnionych recyklatów do frakcji drobnej pozwala na uzyskanie nie tylko płyt o lepszych właściwościach wytrzymałościowych, ale jednocześnie usprawnia i przyspiesza proces technologiczny poprzez ułatwienie zasypu formy odpadami (bez konieczności ich wstępnego prasowania) i skrócenie czasu prasowania, co gwarantuje obniżenie energochłonności procesu i jego wyższą wydajność. Dodatkową zaletą jest łatwiejsze wypełnianie gniazda formującego formy prasowniczej, a poprzez to lepsze odwzorowanie formy i wyższą jakość produktu końcowego.

Wielkość frakcji ma istotny wpływ na uzyskiwane właściwości wytrzymałościowe płyt.

Istotną zaletą proponowanej technologii w stosunku do dotychczasowych rozwiązań technologicznych jest brak konieczności segregacji zmieszanych odpadów, jak i ich suszenia – jeśli nie zawierają więcej niż 10% wilgoci. W przypadku, kiedy odpady posiadają wyższą zawartość wody, możliwym jest ich naturalne suszenie przez okres około 10 dni lub wymuszone suszenie w suszarkach w zakresie temperatur 60–80°C przez 2 do 6 godzin, w zależności od zawartości wilgoci w materiale wsadowym. Wykorzystanie technologii nie wymaga również stosowania dodatków.

Wynalazek w przykładach realizacji wsparto ilustracjami, na których:

- fig. 1 pokazuje frakcję dużą – recyklat wstępnie zmielonych zmieszanych odpadów z selektywnej zbiórki;

- fig. 2 pokazuje frakcję średnią uzyskana w wyniku kolejnego mielenia recyklatu na młynku wolnoobrotowym;
- fig. 3 pokazuje frakcję drobną uzyskaną w wyniku mielenia recyklatu na młynie szybkoobrotowym.

Przykładowe płyty uzyskane w wyniku prasowania recyklatów o różnym rozdrobieniu przedstawiono na fig. 4–6, na których:

- fig. 4 pokazuje płytę uzyskaną w wyniku prasowania frakcji dużej – recyklat bez dodatkowego mielenia;
- fig. 5 pokazuje płytę uzyskaną w wyniku prasowania frakcji średniej;
- fig. 6 pokazuje płytę uzyskaną w wyniku prasowania frakcji drobnej.

Sposób wytwarzania płyty drogowej ze zmieszanych odpadów tworzyw sztucznych pochodzących z selektywnej zbiórki odpadów według wynalazku charakteryzuje się tym, że zmieszane odpady tworzyw sztucznych pochodzących z selektywnej zbiórki odpadów, o wilgotności nie przekraczającej 10%, nie poddane segregacji ani myciu są rozdrabniane do frakcji o wielkości 3–70 mm. Przewiduje się, że proces rozdrabniania jest wielocyklowy, gdzie wstępnie rozdrabnia się recyklat do frakcji o wielkości około 30–70 mm (fig. 1), następnie w kolejnych cyklach mielenia do wielkości 10–30 mm (fig. 2) (mielenie w młynku wolnoobrotowym) lub do wielkości 3–8 mm (fig. 3) (mielenie w młynku szybkoobrotowym).

W przypadku, kiedy odpady posiadają wyższą zawartość wody niż 10%, możliwe jest ich naturalne suszenie przez około 10 dni lub wymuszone suszenie w suszarkach w zakresie temperatur 60–80°C przez 2 do 6 godzin, w zależności od zawartości wilgoci w materiale wsadowym.

Przebieg procesu prasowania płyt drogowych przebiega następująco: nagrzanie zamkniętej formy stalowej z gniazdem formującym o kształcie wytwarzanej płyty do temperatury 170–210°C (najlepiej 195°C), otwarcie nagrzanej formy i jej zasypanie zmieszаныmi rozdrobnionymi odpadami tworzyw sztucznych pochodzących z selektywnej zbiórki (o różnym rozdrobieniu – od 3 do 70 mm), prasowanie wprowadzonych odpadów za pomocą przyłożonej siły z zakresu od 100 do 200 kN (najlepiej 150 kN), przez 3 do 5 minut (w zależności od płynności tworzywa), po czym formę chłodzi się do temperatury 90–100°C (najlepiej do 100°C) i następuje otwarcie formy. Przy takiej temperaturze najłatwiej usunąć płytę z formy bez jej uszkodzeń. W kolejnym etapie płyta stygnie swobodnie poza formą do temperatury otoczenia.

Zastosowanie dodatkowego mielenia wstępnie rozdrobnionych recyklatów do frakcji drobnej pozwala na uzyskanie nie tylko płyt o lepszych właściwościach wytrzymałościowych, ale jednocześnie usprawnia i przyspiesza proces technologiczny poprzez ułatwienie zasypu formy odpadami (bez konieczności ich wstępnego prasowania) i skrócenie czasu prasowania, co gwarantuje obniżenie energochłonności procesu i jego wyższą wydajność. Dodatkową zaletą jest łatwiejsze wypełnianie gniazda formującego formy prasowniczej, a przez to lepsze odwzorowanie formy i wyższa jakość produktu końcowego.

Poniżej przedstawiono przykłady procesów produkcyjnych płyt drogowych wytwarzanych ze zmieszanych tworzyw sztucznych pochodzących z selektywnej zbiórki tworzyw.

Przykład 1.

Przykład przedstawia wariant przebiegu procesu wytwarzania płyt drogowych z zastosowaniem materiału odpadowego pochodzącego z selektywnej zbiórki odpadów tworzyw sztucznych z wykorzystaniem prasowania. Procedura wytwarzania wyrobów w tej technologii polega na wstępnym rozdrobieniu zmieszanych odpadów tworzyw sztucznych do wielkości 30–70 mm bez dodatkowego suszenia (jeśli ich wilgotność nie przekracza 10%), wprowadzeniu ich do gniazda formującego nagrzanej do temperatury 205°C formy prasowniczej, prasowanie wprowadzonych odpadów tworzyw sztucznych za pomocą przyłożonej siły o wartości 150 kN, przez około 5 minut, schłodzenie jej do temperatury 90°C, wyjęcie gotowej płyty drogowej z formy i jej dalsze swobodne chłodzenie do temperatury otoczenia.

Przykład 2.

Przykład przedstawia inny wariant procesu wytwarzania płyt drogowych z zastosowaniem materiału odpadowego pochodzącego z selektywnej zbiórki odpadów tworzyw sztucznych. Procedura wytwarzania płyt drogowych w tej technologii polega na wstępnym rozdrobieniu zmieszanych odpadów tworzyw sztucznych do wielkości 30–70 mm, a następnie dodatkowym rozdrobieniem recyklatów na młynku wolnoobrotowym do wielkości frakcji 10–30 mm. Tak rozdrobniony materiał wprowadzono do gniazda formującego nagrzanej do temperatury 195°C formy prasowniczej. Prasowanie wprowadzonych odpadów tworzyw sztucznych przeprowadzono za pomocą przyłożonej siły o wartości 150 kN,

przez około 4 minuty, schłodzenie jej do temperatury 100°C, wyjęcie gotowej płyty drogowej z formy i jej dalsze swobodne chłodzenie do temperatury otoczenia.

Przykład 3.

Przykład przedstawia inny wariant procesu wytwarzania płyt drogowych z zastosowaniem materiału odpadowego pochodzącego z selektywnej zbiórki odpadów tworzyw sztucznych. Procedura wytwarzania płyt drogowych w tej technologii polega na wstępnym rozdrobnieniu zmieszanych odpadów tworzyw sztucznych do wielkości 30–70 mm, a następnie dodatkowym rozdrobnieniu recyklatów na młynku szybkoobrotowym do wielkości frakcji 3–8 mm, ich wysuszeniu w suszarce w temperaturze 60–80°C (przez okres czasu od 2 do 6 godzin w zależności od początkowej zawartości wilgoci materiału wejściowego do procesu) do zawartości wilgoci około 1%, wprowadzeniu do gniazda formującego nagrzaną do temperatury 195°C formy prasowniczej, prasowanie wprowadzonych odpadów tworzyw sztucznych za pomocą przyłożonej siły o wartości 150 kN, przez około 3 minuty, schłodzenie jej do temperatury 100°C, wyjęcie gotowej płyty drogowej z formy i jej dalsze swobodne chłodzenie do temperatury otoczenia.

Dokładne parametry procesu prasowania zależą od aktualnego składu przetwarzanych odpadów pochodzących z selektywnej zbiórki odpadów tworzyw sztucznych. Bardzo istotna jest wielkość rozdrobnienia przetwarzanych recyklatów tworzyw sztucznych. Wielkość przetwarzanej frakcji ma istotny wpływ na uzyskiwane właściwości wytrzymałościowe płyt, co przedstawiono w Tabeli 1. Zmniejszenie rozmiarów frakcji sprzyja większej wytrzymałości mechanicznej. Dla najmniejszej frakcji uzyskano wzrost wytrzymałości na ściskanie o 12%, na zginanie o 33%, na rozciąganie o 97% i modułu sprężystości o 91% w stosunku do frakcji dużej. Jednocześnie wszystkie wytwarzane płyty drogowe wykonane w technologii przedstawionej w przykładzie 3 charakteryzują się modułem sprężystości powyżej 600 MPa, wytrzymałością na rozciąganie powyżej 4,5 MPa, wytrzymałością na ściskanie 11 MPa i wytrzymałością na zginanie 0,74 MPa.

Tabela 1

Wyniki badań właściwości mechanicznych próbek wyciętych z płyt wykonanych z różnych wielkości frakcji recyklatów

Oznaczenie	Moduł sprężystości [MPa]	Wytrzymałość na rozciąganie [MPa]	Wydłużenie przy zerwaniu [%]	Wytrzymałość na ściskanie [MPa]	Wytrzymałość na zginanie [MPa]
I - frakcja duża	324	2,37	6,33	8,9	0,66
II - frakcja średnia	474	3,68	2,53	-	-
III - frakcja mała	620	4,66	2,11	11,0	0,74

Sposób wytwarzania płyt drogowych według wynalazku zapewnia również możliwość prowadzenia procesu technologicznego w tzw. obiegu zamkniętym, tj. przetwarzany odpadowy materiał polimerowy stosowany do wytworzenia płyt drogowych będzie możliwy do ponownego przetworzenia w przypadku pojawienia się ewentualnych błędów/braków jakościowych w strukturze i wytrzymałości płyt. Zatem w przypadku ewentualnego pojawienia się odpadów w procesie wytwarzania płyt będzie można poddać je recyklingowi mechanicznemu i zawrócić je do procesu produkcyjnego. Podobnie po procesie użytkowania płyt możliwy jest ich ponowny recykling mechaniczny, poddanie kolejnemu procesowi produkcyjnemu i wytworzenie nowych płyt na bazie wcześniej użytkowanych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania płyty drogowej ze zmieszanych odpadów tworzyw sztucznych pochodzących z selektywnej zbiórki odpadów **znamienny tym**, że zmieszane odpady tworzyw sztucznych pochodzących z selektywnej zbiórki odpadów, w przypadku kiedy ich wilgotność

przekracza 10% poddaje się wstępnemu naturalnemu suszeniu przez okres około 10 dni lub wymuszonemu suszeniu w suszarkach w zakresie temperatur 60–80°C przez 2–6 godzin, w zależności od zawartości wilgoci w materiale do uzyskania wilgotności nie przekraczającej 10%, a odpady o wilgotności nie przekraczającej 10%, nie poddane segregacji ani myciu są rozdrabniane do frakcji o wielkości 3–70 mm, w dalszej kolejności nagrzewa się zamkniętą formę stalową z gniazdem formującym o kształcie wytwarzanej płyty do temperatury 170–210°C, korzystnie 195°C, po czym otwiera się nagrzaną formę i zasypuje się ją zmieszanyymi rozdrobnionymi odpadami, po czym prasuje się wprowadzone odpady za pomocą przyłożonej siły z zakresu od 100 do 200 kN, korzystnie 150 kN, przez 3 do 5 minut, następnie formę chłodzi się do temperatury 90–100°C, korzystnie 100°C, po czym po wyjęciu płyty z formy poddaje się ją stygnięciu swobodnemu do temperatury otoczenia.

2. Sposób wytwarzania płyty drogowej według zastrz. 1 **znamienny tym**, że rozdrobniony recyklat o wielkości frakcji w zakresie 30–70 mm poddaje się dodatkowemu rozdrobnieniu w kolejnym cyklu mielenia w młynku wolnoobrotowym do wielkości 10–30 mm.
3. Sposób wytwarzania płyty drogowej według zastrz. 1 albo 2 **znamienny tym**, że rozdrobniony recyklat poddaje się dodatkowemu rozdrobnieniu w młynku szybkoobrotowym do wielkości frakcji 3–8 mm, a następnie ich suszeniu w suszarce w temperaturze 60–80°C przez 2 do 6 godzin do zawartości wilgoci około 1%.

Rysunki



fig. 1

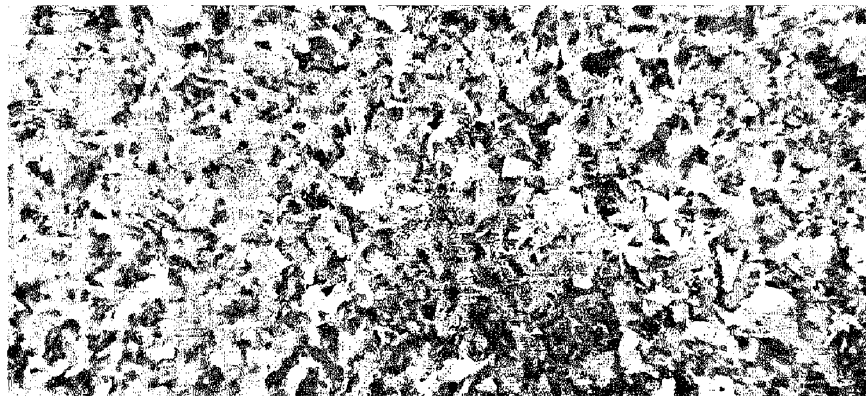


fig. 2

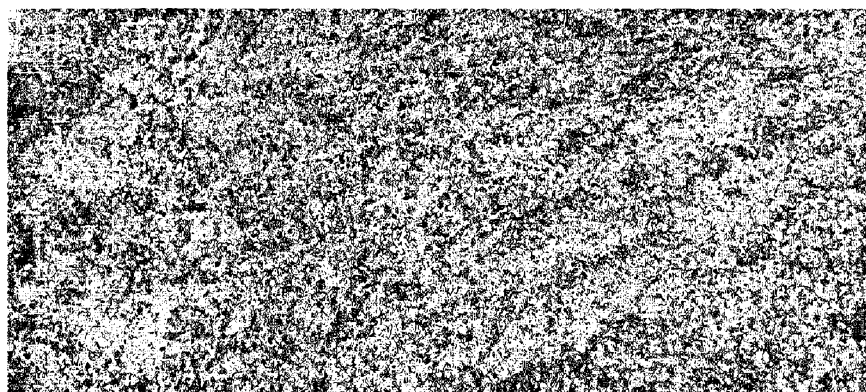


fig. 3

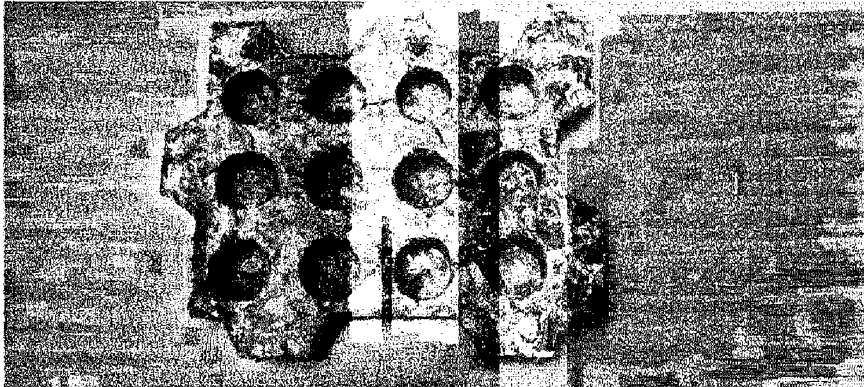


fig. 4

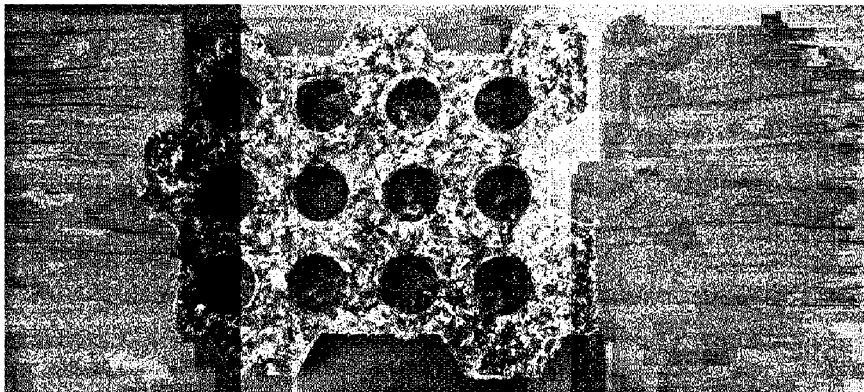


fig. 5

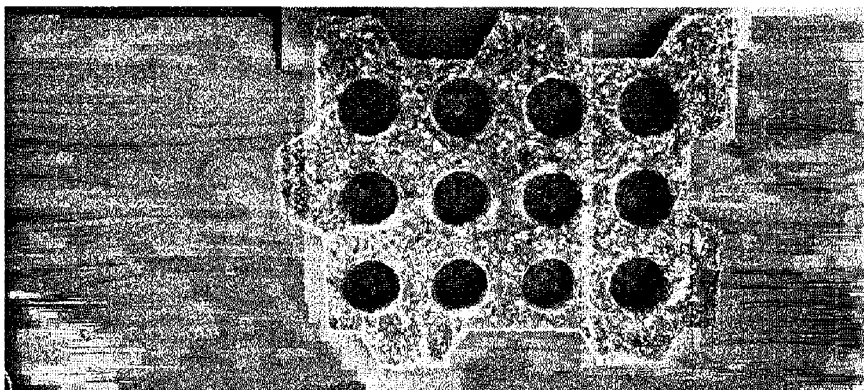


fig. 6