

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **241529**
(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **424941**

(22) Data zgłoszenia: **19.03.2018**

(51) Int.Cl.
B01J 2/28 (2006.01)
C04B 14/18 (2006.01)

(54)

Sposób wytwarzania granulatu z odpadu perlitowego

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
23.09.2019 BUP 20/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
17.10.2022 WUP 42/22

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA ŁÓDZKA, Łódź, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
JACEK SAWICKI, Łódź, PL
ANDRZEJ OBRANIAK, Łódź, PL

PL 241529 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania granulatu z odpadu perlitowego, zwłaszcza pyłu perlitowego.

Perlit to minerał, który powstaje z magmowej skały wylewnej zbudowanej ze szkła wulkanicznego. Perlit ekspandowany powstaje podczas wyprężania rudy perlitu w temperaturze w zakresie od $+850^{\circ}\text{C}$ do $+1150^{\circ}\text{C}$. Perlit ekspandowany odznacza się chemiczną pasywnością oraz obojętnością na mikroorganizmy, grzyby i pleśń. Poza tym jest nietoksyczny i niepalny. Posiada ognioodporność do $+900^{\circ}\text{C}$, a także zachowuje stałą objętość. Perlit ekspandowany charakteryzuje się także wysoką odpornością na mróz oraz wilgoć, a także niskim współczynnikiem przewodnictwa cieplnego (λ mieści się w zakresie od 0,04 do 0,055 W/m $\cdot$ K) oraz zdolnością do pochłaniania dźwięku.

Podczas procesu ekspansji rudy perlitu, oprócz właściwego produktu o różnej wielkości frakcji, powstaje produkt uboczny w postaci pyłu perlitowego o uziarnieniu $< 0,1$ mm oraz bardzo małej gęstości nasypowej rzędu 50–150 kg/m 3 . Pył perlitowy stanowi odpad, który zanieczyszcza środowisko naturalne. Jego składowanie jest uciążliwe i kosztowne tak samo jak utylizacja. Jednym ze sposobów zagospodarowania pyłu perlitowego może być jego syntezowanie do postaci granulatu o różnej wielkości.

Znany jest ze zgłoszenia PL314102 A1 sposób utylizacji odpadowego perlitu polegający na tym, że perlit miesza się z wodą pozbawioną środka wiążącego, ewentualnie zawierającą środek wiążący w ilości poniżej 1% i poddaje sprasowaniu pod ciśnieniem $20 \cdot 10^5$ – $500 \cdot 10^5$ MPa. Stosunek perlitu do wody w mieszaninie wynosi korzystnie od 1:3 do 1:30, przy czym objętość mieszaniny po sprasowaniu wynosi około 20% jej objętości pierwotnej. Bezpyłowość oraz znaczne zmniejszenie objętości sprasowanego perlitu wielokrotnie obniżają koszty jego składowania. Możliwe jest również wykorzystanie uzyskanego materiału w budownictwie.

W amerykańskim zgłoszeniu patentowym US20060042514 A1, ujawniona jest metoda aglomeracji odpadu perlitowego, w której wytwarza się ekspandowany produkt perlitowy, składający się z odpadu ekspandowanego perlitu i spoiwa. Spoiwo wybiera się z grupy składającej się zasadniczo z cieczy, płynów odpadowych, cieczy odpadowych/substancji stałych, płynnych nawozów, skrobi, klejów, polimerów, włókien, celulozy, papieru gazetowego, tkanin macerowanych, bawełny, gipsu, wapna i włókien polimerowych. W zgłoszeniu tym opisany jest sposób postępowania, w którym jako spoiwo wykorzystuje się pulpę celulozową, skrobię kukurydzianą i wodę, a do wytworzenia aglomeratu wykorzystuje się metodę ciśnieniową. W powyższym rozwiązaniu bardzo ogólnie wskazano warunki prowadzenia procesu i nie opisano parametrów powstałego granulatu, ograniczając się do stwierdzenia, że produkt wykazuje właściwości zbliżone do naturalnego perlitu ekspandowanego i może być wykorzystywany gospodarczo.

Znany jest ze zgłoszenia DE4426888 A1 zestaw składników do wytwarzania tynków termoizolacyjnych, stosowanych wewnątrz i na zewnątrz obiektów budowlanych, zawierający wypełniacz w postaci perlitu ekspandowanego lub wermikulitu o uziarnieniu poniżej 1 mm, w ilości 10–35% wagowych, wypełniacz wapienny i/lub kredę w ilości 30–40% wagowych, cement w ilości 25–60% wagowych oraz spoiwo organiczne, korzystnie w postaci dyspersji akrylowej lub poli(octanowo-winylowej) o zawartości suchej substancji 8–12,5% wagowych. Sposób uzyskiwania surowca polega na naniesieniu spoiwa na składniki w granulatorze bębnowym, a następnie utwardzeniu granulatu przez suszenie strumieniem gorącego powietrza.

Znany jest z polskiego patentu PAT.226939 B1 sposób wytwarzania granulatu z odpadu perlitowego polegający na tym, że na odpadowy pył perlitowy o uziarnieniu poniżej 0,5 mm natryskuje się w warunkach ciągłego mieszania w granulatorze bębnowym, przy obrotach bębna 1–20 obr/min spoiwo w postaci wodnej dyspersji poli(octanu winylu) i/lub kopolimerów akrylowych i/lub styrenowo-akrylowych o zawartości 40–60% suchej substancji, ewentualnie rozcieńczone wodą do uzyskania lepkości umożliwiającej jego natrysk, przy czym na 100 części wagowych pyłu stosuje się 50–150 części wagowych spoiwa. Następnie, w czasie 3–15 minut zwiększa się obroty bębna do 50–100 obr/min i jednocześnie podgrzewa radiacyjnie masę w całej objętości promieniowaniem podczerwonym do temperatury nie wyższej niż 80°C , kontynuując mieszanie przez 5–30 minut. W końcowym etapie masę suszy się konwekcyjnie strumieniem powietrza przez okres 60–180 minut utrzymując temperaturę nawiewu na poziomie 40 – 80°C , aż do uzyskania kulistych granul o wielkości 0,5–1,5 mm i zawartości wilgoci poniżej 1,5% wagowego, w ilości co najmniej 70% wagowych użytego pyłu perlitowego.

W artykule „Lekkie kruszywa szklano-krystaliczne z surowców odpadowych dla przemysłu materiałów budowlanych” (Materiały ceramiczne, 66, 3, (2014), str. 321–330) opisane zostało wykorzystanie

pyłu perlitowego do wytwarzania materiałów szklano-krystalicznych, w którym 5–25% ilości perlitu surowego zamieniana jest na odpad perlitowy. Sposób wytwarzania materiałów szklano-krystalicznych prowadzony jest w granulatorze talerzowym o średnicy talerza równej 900 mm, z możliwością regulacji jego kąta nachylenia w granicach 0–90°C i prędkości obrotowej w przedziale 10–50 obr/min. Do nawilżania zestawu stosowany jest roztwór szkła wodnego sodowego. Uzyskany w wyniku granulacji granulat suszy się na powietrzu, po czym poddaje wypalaniu w temperaturze ok. 930–940°C.

Z nieopublikowanego polskiego zgłoszenia P.423475 znany jest sposób granulacji odpadu perlitowego w poziomym granulatorze bębnowym o pracy okresowej z równoczesnym natryskiwaniem granulowanego złoża wodnym roztworem szkła wodnego. Sposób ten pozwala na granulację w trybie okresowym, co spowalnia produkcję i wymaga większej obsługi instalacji ze względu na częsty załadunek i opróżnianie aparatu.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu wytwarzania granulatu z odpadu perlitowego, zwłaszcza z odpadowego pyłu perlitowego, wymagającego mniejszych nakładów energetycznych i pozwalającego na ciągłą produkcję perlitu o jednorodnych właściwościach wszystkich granul oraz zapewniającego większą wydajność procesu, możliwość sterowania procesem, płynnego powiązania go z kolejnymi procesami technologicznymi takimi jak suszenie, klasyfikacja, chłodzenie i pakowanie oraz pozwalającego na produkcję perlitu o korzystnych właściwościach wszystkich granul przy znacząco mniejszej ilości osób obsługujących linię technologiczną i mniejszym oddziaływaniu pyłów na obsługę instalacji.

Sposób wytwarzania granulatu z odpadu perlitowego na drodze jego granulacji z użyciem roztworu szkła wodnego według wynalazku charakteryzuje się tym, że stosuje się z pył perlitowy o wilgotności do 0,05 i o uziarnieniu do 0,1 mm, przy czym granulację prowadzi się w granulatorze talerzowym, którego talerz obraca się z prędkością 8–25 obr/min, do którego wprowadza się w sposób ciągły, ze stałą wydajnością, pył perlitowy z jednoczesnym nawilżaniem złoża pyłu perlitowego za pomocą zestawu dysz 50–90% wodnym roztworem szkła wodnego o temperaturze 10–28°C, pod ciśnieniem 10–30 kPa, w ilości takiej, że wydajność przepływu roztworu szkła wodnego wynosi 0,5–3 wydajności dostarczanego pyłu perlitowego, następnie wytworzone granule przesypuje się grawitacyjnie, w sposób ciągły, poprzez nachyloną burtę talerza granulatora do obracającego się z prędkością 6–20 obrotów na minutę drugiego granulatora talerzowego, gdzie prowadzi się proces pudrowania, w czasie którego na przesypujące się wilgotne i zgranulowane złożo nanosi się w sposób ciągły pył perlitowy, z wydajnością wynoszącą 0,2–0,5 wydajności złoża dostarczanego z granulatora, w którym odbywa się granulowanie do talerza granulatora, w którym prowadzi się proces pudrowania, po czym otrzymane w trakcie pudrowania suche powierzchniowo, niezlepiające się granulki przesypuje się w sposób ciągły z talerza granulatora przez pochyłą burtę i są kierowane do procesu suszenia, przy czym stosuje się granulatory talerzowe o pracy ciągłej pochyłone do poziomu pod kątem 41–49°, a talerz granulatora, w którym prowadzi się pudrowanie ma objętość 1,5–2 razy większą od objętości talerza granulatora, w którym następuje granulacja.

Korzystnie roztwór szkła wodnego wprowadza się w postaci kropeł o średnicy do 6 mm lub w postaci strugi.

Ze względu na koszty zakupu korzystnie stosuje się roztwór sodowego szkła wodnego.

Korzystnie proces nawilżania rozpoczyna się gdy objętość złoża materiału surowca w talerzu granulatora wyniesie 0,15–0,3 jego objętości.

Z kolei pudrowanie warto rozpocząć po wypełnieniu 0,10–0,25 objętości talerza drugiego granulatora przez złożo dostarczane grawitacyjnie z talerza granulatora, w którym prowadzi się proces granulacji.

Granulowane w talerzu granulatora złożo korzystnie nawilża się z wydajnością wynoszącą 1–2 wydajności dostarczanego pyłu perlitowego, co zapewnia uzyskanie odporności na ściskanie granul, przy jednoczesnym zapewnieniu gęstości nasypowej granulatu poniżej 300 kg/m³.

Korzystnie stosunek objętości talerza granulatora, w którym odbywa się proces pudrowania do objętości talerza granulatora, w którym zachodzi proces granulacji wynosi 1,7–1,8, co pozwala na minimalizację kosztów zakupu aparatury wytwórczej.

Korzystnie kąt pochylenia talerza granulatora, w którym zachodzi proces pudrowania jest o 2–3 stopnie mniejszy niż talerza granulatora, w którym następuje granulacja, co zapewnia płynny ruch cyrkulacyjny opudrowanego materiału i skraca czas niezbędny na przyłgnięcie suchych ziaren pudru do wilgotnych powierzchni granulek zanim produkt opuści talerz przez jego nachyloną burtę.

Korzystnie pył perlitowy wprowadza się na talerze granulatorów za pomocą przenośników talerzowych, śrubowych lub taśmowych.

Korzystnie proces suszenia prowadzi się w temperaturze 90–180°C.

Sposób według wynalazku umożliwia prowadzenie procesu w sposób ciągły, z większą wydajnością w porównaniu z okresową metodą granulowania pyłu perlitowego w aparatach talerzowych lub bębnowych. Pozwala on także na sterowanie wydajnością dostarczanego surowca, a tym samym daje możliwość automatyzacji procesu wytwarzania granulatu i zmniejszenia ilości osób obsługujących instalację. Ciągłe dostarczanie pylistych komponentów do talerza granulatora wyraźnie zmniejsza również niekorzystne oddziaływanie pyłów na zdrowie osób pracujących przy obsłudze granulatora. Praktycznie równomierne dostarczanie surowców pylistych i cieczy nawilżającej za pomocą zestawu dysz umieszczonych bezpośrednio nad powierzchnią talerza, wpływa również na mniejszą ekspozycję pyłów, gdyż te są od razu wiązane przez dostarczaną ciecz wewnątrz granulatora. Co więcej produkcja granulatu z odpadu perlitowego według wynalazku pozwala na płynne i ciągłe powiązanie tego procesu z kolejnymi niezbędnymi operacjami technologicznymi takimi jak suszenie, przesiewanie, chłodzenie i konfekcjonowanie produktu.

Sposób według wynalazku umożliwia wykorzystanie produktu odpadowego – pyłu perlitowego. Granulat otrzymany sposobem według wynalazku może być z powodzeniem stosowany zamiast perlitu. Granulat otrzymany sposobem według wynalazku może być także stosowany jako wypełniacz do materiałów budowlanych, ogniotrwałych, izolacyjnych, szkło-ceramiki, kompozytów żywicznych oraz kompozytów opartych na osnowie ze stopów metali lekkich.

Granulat otrzymany sposobem według wynalazku polepsza właściwości użytkowe materiałów (izolacyjne), obniża gęstość czyniąc je bardziej konkurencyjnymi, może stanowić również zamiennik wykorzystywanych obecnie komponentów np. kermazytu. Z powodzeniem może być stosowany w gałęziach przemysłu takich jak hutnictwo, odlewnictwo, energetyka, ciepłownictwo np. jako składnik zasypek izolacyjnych i izolacyjno-egzotermicznych, płyt ogniotrwałych, kształtek termoizolacyjnych, jednorazowych kształtek odlewniczych oraz jako element dekoracyjny w ogrodnictwie czy też drogownictwie.

Sposób według wynalazku ilustrują poniższe przykłady oraz rysunek, na którym Fig. 1 przedstawia schematyczny układ stosowanych granulatorów talerzowych o pracy ciągłej.

Przykład 1

Pochylony pod kątem 45° talerz granulatora 1 o średnicy 500 mm i wysokości burt 130 mm wprowadzono w ruch obrotowy z prędkością 13 obrotów/minutę, po czym rozpoczęto dostarczanie do niego, ze stałą wydajnością wynoszącą 50 kg/h, pył perlitowy o wielkości ziaren mniejszych od 0,1 mm i wilgotności wynoszącej 0,03. W efekcie wprowadzenia talerza granulatora 1 w ruch obrotowy, złożę w wyniku pochylenia talerza i jego ruchu obrotowego zaczęło cyrkulować. Gdy ustalono, że materiał surowca wypełnia ok. 0,25 objętości talerza rozpoczęto zwilżanie go w sposób ciągły za pomocą zestawu dysz umieszczonych bezpośrednio nad talerzem 60% wodnym roztworem szkła wodnego sodowego, o temperaturze 21°C, wprowadzanym kroplami o średnicy ok. 4,5 mm, przez zespół dysz, pod ciśnieniem 15 kPa, z wydajnością wynoszącą 100 kg/h. Średnica wylotowa dysz wynosiła 1,0 mm. W wyniku ciągłego dostarczania pyłu i roztworu szkła wodnego, mieszania ich i ruchu cyrkulacyjnego nastąpiło granulowanie zawartego w talerzu granulatora 1 pyłu perlitowego. Zwiększyła się wówczas objętość granulowanego złoża w talerzu granulatora 1 i w wyniku tego znajdujące się na powierzchni złoża granule zaczęły przesypywać się w sposób ciągły do obracającego się z prędkością 12 obr/min, znajdującego się poniżej, pochylonego pod kątem 41° talerza granulatora 2 o średnicy 700 mm, a następnie rozpoczęły w wyniku jego obrotów ruch cyrkulacyjny. Gdy dostarczany w sposób ciągły do talerza granulatora 2 granulat wypełnił objętość równą ok. 0,15 objętości talerza granulatora 2, do tak utworzonego złoża rozpoczęto dostarczanie również w sposób ciągły pyłu perlitowego o uziarnieniu do 0,1 mm, za pomocą przenośnika taśmowego, z wydajnością wynoszącą 30 kg/h, kontynuując przy tym ciągłe dostarczanie wilgotnych granul z talerza granulatora 1. Dostarczany w sposób ciągły perlit przyłączał się do wilgotnych powierzchniowo dostarczanych również w sposób ciągły z talerza granulatora 1 granul perlitu, a utworzone w taki sposób aglomeraty uzyskały odpowiednio zagęszczoną strukturę.

Po wysuszeniu w temperaturze 90°C uzyskanego złoża w suszarce laboratoryjnej otrzymano perlit w postaci granulatu, nie pyłącego się i nie zbrylającego się, cechującego się dużą sypkością. Otrzymany granulat zawierał 90% właściwej frakcji o granulacji 1–10 mm. Uzyskana gęstość nasypowa granulatu wynosiła 255 kg/m³. Wytrzymałość mechaniczna określona w pomiarach odporności na ściskanie dla granul o wymiarach 4 mm osiągała wartość nie mniejszą niż 20 N, co zapewniało jego trwałość podczas transportu i dozowania.

Przykład 2

Pochylony pod kątem 46° talerz granulatora 1 o średnicy 700 mm i wysokości burt 200 mm wprowadzono w ruch obrotowy z prędkością 11 obrotów/minutę, po czym rozpoczęto dostarczanie do niego, ze stałą wydajnością wynoszącą 100 kg/h, pyłu perlitowego o ziarnach mniejszych niż 0,1 mm i wilgotności wynoszącej 0,02. W efekcie wprowadzenia talerza granulatora 1 w ruch obrotowy, złoża w wyniku pochylenia talerza i jego ruchu obrotowego zaczęło cyrkulować. Gdy ustalono, że w wyniku ciągłego dostarczania pyłu perlitowego surowiec wypełnia ok. 0,25 objętości talerza granulatora 1 rozpoczęto również w sposób ciągły zwilżanie złoża za pomocą zestawu dysz umieszczonych bezpośrednio nad talerzem 90% wodnym roztworem szkła wodnego potasowego, o temperaturze 12°C , wprowadzaną strugą, przez zespół dysz, pod ciśnieniem 28 kPa, z wydajnością wynoszącą 200 kg/h. Ciągłe dostarczanie roztworu szkła wodnego odbywało się od tej chwili równocześnie z ciągłym dostarczaniem pyłu perlitowego do talerza granulatora 1. Średnica wylotowa dysz wynosiła 1,2 mm. W wyniku ciągłego dostarczania pyłu i roztworu szkła wodnego, mieszania ich i ruchu cyrkulacyjnego nastąpiło granulowanie zawartego w talerzu granulatora 1 pyłu perlitowego. Zwiększyła się wówczas objętość granulowanego złoża w talerzu granulatora 1 i w wyniku tego znajdujące się na powierzchni złoża granule zaczęły przesypywać się w sposób ciągły do obracającego się z prędkością 12 obr/min, znajdującego się poniżej, pochylonego pod kątem 41° talerza granulatora 2 o średnicy 700 mm a następnie rozpoczęły w wyniku jego obrotów ruch cyrkulacyjny. Gdy dostarczany w sposób ciągły do talerza granulatora 2 granulat wypełnił objętość równą ok. 0,15 objętości talerza granulatora 2, do tak utworzonego złoża rozpoczęto dostarczanie również w sposób ciągły pyłu perlitowego o uziarnieniu do 0,1 mm, za pomocą przenośnika taśmowego, z wydajnością wynoszącą 100 kg/h, kontynuując przy tym ciągłe dostarczanie wilgotnych granul z talerza granulatora 1. Dostarczany w sposób ciągły perlit przyłączał się do wilgotnych powierzchniowo dostarczanych również w sposób ciągły z talerza granulatora 1 granul perlitu, a utworzone w taki sposób aglomeraty uzyskały zagęszczoną strukturę.

Po wysuszeniu uzyskanego złoża w suszarce laboratoryjnej w temperaturze 180°C otrzymano perlit w postaci granulatu, nie pylącego się i nie zbrylającego się, cechującego się dużą sypkością. Otrzymany granulat zawierał 92% właściwej frakcji o granulacji 1–10 mm. Uzyskana gęstość nasypowa granulatu wynosiła 255 kg/m^3 . Wytrzymałość mechaniczna określona w pomiarach odporności na ściskanie dla granul o wymiarach 4 mm osiągała wartość nie mniejszą niż 25 N, co zapewniało jego trwałość podczas transportu i dozowania.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania granulatu z odpadu perlitowego na drodze granulacji, z użyciem wodnego roztworu szkła wodnego, **znamienny tym**, że stosuje się pył perlitowy o uziarnieniu do 0,1 mm i wilgotności do 0,05, przy czym granulację prowadzi się w granulatorze (1), którego talerz obraca się z prędkością 8–25 obr/min, do którego wprowadza się w sposób ciągły, ze stałą wydajnością, pył perlitowy z jednoczesnym nawilżaniem złoża pyłu perlitowego za pomocą zestawu dysz 50–90% wodnym roztworem szkła wodnego o temperaturze $10\text{--}28^\circ\text{C}$, wprowadzanym pod ciśnieniem 10–30 kPa, w ilości takiej, że wydajność przepływu roztworu szkła wodnego wynosi 0,5–3 wydajności dostarczanego pyłu perlitowego, następnie wytworzone granule przesypuje się grawitacyjnie, w sposób ciągły, poprzez nachyloną burtę talerza granulatora (1) do obracającego się z prędkością 6–20 obrotów na minutę talerza granulatora (2), gdzie prowadzi się proces pudrowania, w czasie którego na przesypujące się wilgotne i zgranulowane złożo nanosi się w sposób ciągły pył perlitowy z wydajnością wynoszącą 0,2–0,5 ilości złoża dostarczanego do talerza granulatora (2) z talerza granulatora (1), po czym otrzymane w trakcie pudrowania suche powierzchniowo, nie zlepiające się granulki przesypuje się w sposób ciągły z talerza granulatora (2) przez pochyloną burtę i kieruje do procesu suszenia, przy czym stosuje się granulatory talerzowe o pracy ciągłej pochylone do poziomu pod kątem $41\text{--}49^\circ$, przy czym objętość talerza granulatora (2) jest 1,5–2 razy większa od objętości talerza granulatora (1).
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że roztwór szkła wodnego wprowadza się w postaci kropel o średnicy do 6 mm lub w postaci strugi.
3. Sposób według zastrz. 1 albo 2, **znamienny tym**, że stosuje się roztwór sodowego szkła wodnego.

4. Sposób według zastrz. 1 albo 2 albo 3, **znamienny tym**, że proces nawilżania rozpoczyna się gdy objętość złoża surowca w talerzu granulatora (1) wyniesie 0,15–0,3 jego objętości.
5. Sposób według dowolnego z zastrz. 1 do 4, **znamienny tym**, że pudrowanie rozpoczyna się po wypełnieniu przez złożę dostarczane grawitacyjnie z talerza granulatora (1) 0,10–0,25 objętości talerza granulatora (2).
6. Sposób według dowolnego z zastrz. 1 do 4, **znamienny tym**, że granulowane w talerzu granulatora (1) złożę nawilża się z wydajnością wynoszącą 1–2 wydajności pyłu perlitowego dostarczanego do granulatora (1).
7. Sposób według dowolnego z zastrz. 1 do 6, **znamienny tym**, że stosunek objętości talerza granulatora (2) do objętości talerza granulatora (1) wynosi 1,7–1,8.
8. Sposób według dowolnego z dowolnego z zastrz. od 1 do 7, **znamienny tym**, że kąt pochylenia talerza granulatora (2) do poziomu jest o 2–3 stopnie mniejszy niż talerza granulatora (1).
9. Sposób według dowolnego z zastrz. od 1 do 8, **znamienny tym**, że pył perlitowy wprowadza się na talerz granulatora (1) i (2) za pomocą przenośnika talerzowego, śrubowego lub taśmowego.
10. Sposób według dowolnego z zastrz. od 1 do 9, **znamienny tym**, że uzyskany granulat suszy się w temperaturze 90–180°C.

Rysunek

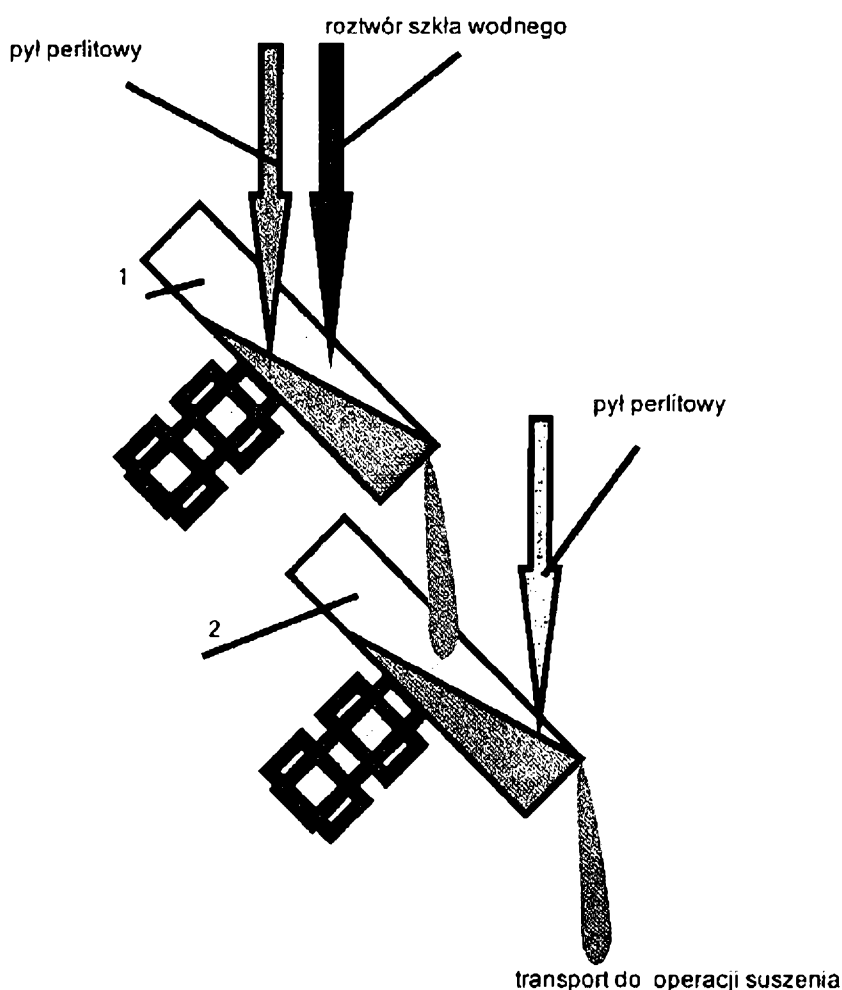


Fig. 1