



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Kl. 1a,37

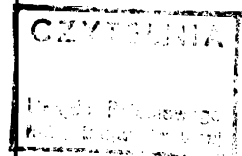
Zgłoszono: 07.08.1972 (P. 157 163)

Pierwszeństwo: 09.08.1971 Stany
Zjednoczone
Ameryki

MKP B03b 7/00

Zgłoszenie ogłoszono: 01.06.1973

Opis patentowy opublikowano: 31.07.1975



Twórca wynalazku: Francis Henry Snyder

Uprawniony z patentu: Lone Star Industries, Inc., Greenwich
(Stany Zjednoczone Ameryki)

Sposób kruszenia materiałów stałych i urządzenie do stosowania tego sposobu

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób kruszenia materiałów stałych, szczególnie rud i urządzenie do stosowania tego sposobu.

Znane są sposoby kruszenia materiałów stałych przez zastosowanie kamiennych, stalowych lub ceramicznych kul umieszczonych do obrotowego bębna razem z materiałem stałym przeznaczonym do kruszenia. Wadą tych sposobów jest to, że razem z kruszonym materiałem następuje kruszenie kamiennych stalowych lub ceramicznych materiałów co powoduje zanieczyszczenie mieliwa i obniżenie jego jakości.

Celem wynalazku jest usunięcie tych wad. Aby osiągnąć ten cel postanowiono, zgodnie z wynalazkiem wprowadzić ładunek materiału stałego do ładunkowej strefy wprowadzając przy tym ciecz przy wysokiej temperaturze pod ciśnieniem aż do czasu, gdy wstępnie dobrane ciśnienie zostanie w strefie ładunkowej osiągnięte, po czym dokonywane jest skierowanie strumienia mieszaniny obróbczej cieczy i stałego materiału do rurowego przewodu, który jest rozszerzony od ładunkowej strefy, w którym to przewodzie cząstki stałego materiału poddawane są wstrząsom, w czasie gdy materiał przesuwany jest z ładunkowej strefy do rurowego przewodu, w celu zmniejszenia wymiarów cząstek materiału i wyładowania strumienia mieszaniny cieczy i materiału stałego do strefy rozładunkowej po przejściu przez rurowy przewód.

Zgodnie ze sposobem materiał jest poddawany

2

przyspieszonemu mieszanemu strumienia cieczy i cząstek stałych, w celu utworzenia uderzeniowych sił podczas przepływu przez rurowy przewód, w wyniku czego następuje rozdrabnianie a następnie przesuwanie rozdrobnionego materiału do strefy drugiej lub też kierowanie materiału przy utworzeniu sił uderzeniowych o powierzchnię w drugiej strefie lub też zastosowanie podwójnego systemu przez uderzenie strumienia cieczy i materiału stałego przy zastosowaniu wielkiej szybkości podczas przejścia z jednego układu do układu drugiego. Tego rodzaju zderzenie występuje we wspólnej drugiej strefie, gdzie powstają dodatkowe siły działania na materiał w celu powodowania jego dalszego kruszenia i zmniejszania jego wymiarów.

Znane są również urządzenia do kruszenia materiału wykonane w postaci młynów bębnowych, bijakowych, kulowych lub rurowych, które wyposażone są w wolnoobracające się cylindryczne bębny, w których materiał, w czasie obrotów bębnowych, będący w stanie suchym lub wilgotnym jest mielony przez uderzenie lub tarcie kamiennych, stalowych lub ceramicznych kul lub też większych brył materiału wzajemnie o siebie ocierającego się. Wadą znanych urządzeń jest to, że uderzenia ciał mielących mają stosunkowo małą energię, ze względu na to, że średnica bębnowych jest zwykle 2 do 3 m i szybkość rozdrabniania ciał jest niewielka.

Celem wynalazku jest zastosowanie urządzenia,

które eliminuje powyższe wady. Aby osiągnąć ten cel postanowiono zgodnie z wynalazkiem zastosować urządzenie o dwóch strefach mielenia, w którym między pierwszą a drugą strefą umieszczony jest rurowy przewód przeznaczony do wytwarzania wstrząsów powodujących rozdrabnianie materiałów przeznaczonych do mielenia.

Szybko otwierający się zawór, który umieszczony jest na rurowym przewodzie między pierwszą a drugą strefą, który powoduje zatrzymanie obróbczej cieczy w pierwszej strefie która to ciecz jest doprowadzona do strefy pierwszej. Taki układ obróbczej cieczy powoduje utrzymanie przewodu w stanie nienapełnionym materiałem stałym przed otwarciem zaworu, który to materiał utrzymywany jest w pierwszej strefie. Szybko otwierający się zawór pozwala na raptowny przepływ obróbczej cieczy, która jest niezbędna na utworzenie szybkiego strumienia przepływu i wytworzenia uderzeń lub wstrząsów materiału stałego.

Przedmiot wynalazku uwidoczniony jest w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat urządzenia do wykonania sposobu kruszenia według wynalazku, fig. 2 przedstawia powiększony układ rurowego przewodu, który połączony jest ze zbiornikiem napełnionym w pierwszym etapie i zbiornikiem odbiorczym, fig. 3 przedstawia przekrój spiralny osłony zbiornika odbiorczego, fig. 4 przedstawia schematyczny widok podwójnego aparatu, w którym ładunek z każdego urządzenia jest kierowany do wspólnego odbiorczego zbiornika, fig. 5 przedstawia powiększony przewód wspólnego odbiorczego naczynia dla podwójnego aparatu i fig. 6 przedstawia schemat podwójnego układu, który był zastosowany w urządzeniu według patentu Nr 3 257 080 Stanów Zjednoczonych Ameryki. Zgodnie z rysunkiem, literą **A** oznaczona jest pierwsza strefa, która jest połączona rurowym przewodem **B** z drugą strefą **C**.

Przepływ mielonego materiału przez rurowy przewód **B** jest kontrolowany za pomocą szybko otwierającego się zaworu **D**. Zbieżna dysza **E** jest połączona z wylotem z pierwszej strefy **A** do przewodu **B**, podczas gdy drugi koniec rurowego przewodu połączony jest z drugą strefą **C** za pomocą zbieżnej dyszy **F**.

Strefa **A** jest przystosowana do przyjęcia stałych materiałów, które przeznaczone są do kruszenia. Ciśnieniowa obróbcza ciecz lub para doprowadzana jest do strefy **A** przez wlotowy przewód **G**, który połączony jest z przewodem **B** między zaworem **D** i zbieżną dyszą **E**. Podczas doprowadzania obróbczej cieczy, zawór **D** jest w położeniu zamkniętym. Obróbcza ciecz wprowadzana jest do strefy **A** w sposób ciągły aż do momentu gdy zostanie osiągnięte pożądane ciśnienie, stanowiące potencjalną energię zmagazynowaną w tej strefie. Dobór ciśnienia jest różny i zależy od przewidywanego zmniejszenia wymiaru materiału przeznaczonego do kruszenia. Szybko otwierający się zawór **D** jest regulowany w celu umożliwienia przepływu ze strefy **A** do strefy **C**. W przypadku gdy zawór zostanie otwarty to następuje raptowny przepływ do rurowego przewodu strumienia mieszaniny składającej się z cieczy i stałych cząstek

materiału, który został załadowany. Cząstki materiałów stałych są przy tym poddawane ciągłemu mieszaniu lub wstrząsom aż do momentu gdy zostaną one doprowadzone do dyszy **E**.

Rurowy przewód **B** jest o stosunkowo dużej długości, w celu maksymalnego utworzenia czasu działania kinetycznej energii przenoszzonej z cieczy na stałe cząstki materiału, w sposób taki, że cząstki te są przesuwane ruchem przyspieszonym, w czasie gdy są one przesuwane do dyszy **F**. W czasie przepływu przez rurowy przewód stałe cząstki poddawane są dodatkowym wstrząsom wynikającym z różnicy szybkości ruchu materiałów stałych i cieczy. W strefie zwężonej dyszy strumień mieszaniny cieczy i stałych cząstek jest poddawany ponaddwukrotnemu przyspieszeniu przepływu cieczy, która powoduje utworzenie dalszych wstrząsów cząstek stałych. Po czym połączony strumień cieczy i stałych cząstek jest kierowany do strefy **C**.

Strefa wypływu z drugiej strefy **C** jest stosunkowo duża w wyniku czego nastąpi w niej podciśnienie lub też stan odmienny i układ wykorzystania energii kinetycznej mieszanego strumienia gdy jest on kierowany do tej strefy. Ze strefy **C** strumień mieszaniny jest kierowany przez zsybową rynnę **H**, która połączona jest z oddzielającym cyklonem **J**. Rynna ta jest wykonana ze zwężeniem w celu zmniejszenia szybkości przepływu do oddzielającego cyklonu. Ciecz biorąca udział w obróbce jest odprowadzana z cyklonu **J** przez górny otwór, choć może być ona odprowadzana w całości lub częściowo przez dolny otwór w celu przyspieszenia odprowadzania cząstek stałych. Cząstki stałe odprowadzane są przez dolny otwór cyklonu.

Urządzenie stosowane do wykonania sposobu zawiera załadowczy zbiornik **10**, który tworzy strefę **A**. Przelotowy zawór **11** i załadowczy lej **12** umieszczone są w górnej części zbiornika. Przelotowy zawór uruchamiany jest za pomocą ustalającego obciążnika **11a**, przy czym obciążnik ten może być uruchamiany pneumatycznie lub też w inny dowolny sposób. Przekrój dolnego końca zbiornika **10** jest zmniejszony, który posiada mimośrodowy wylot **14** połączony z wydłużonym końcem zbieżnej dyszy **E**. Zwężony koniec tej dyszy jest połączony z rurowym przewodem **B**.

Materiał przeznaczony do kruszenia jest ładowany do leja po uprzednim przygotowaniu zbiornika **10**. Gdy zawór **11** zostanie otwarty, to materiał zostanie wprowadzony do zbiornika **10** tworzącego strefę **A**. Po wprowadzeniu przewidzianej ilości stałego materiału do strefy **A** ciecz lub para przeznaczona do obróbki materiału stałego jest doprowadzana przez zasilający przewód **15** i kontrolny zawór **16** do wlotowego przewodu **G**. Dwa wlotowe otwory **16a** i **16b** połączone są z otworem wlotowego przewodu **G**, który to przewód połączony jest z przewodem **B** diametralnie przeciwnie skierowanym w stosunku do siebie w celu wprowadzenia obróbczej cieczy do przewodu **B**. Stosowanie przeciwległe skierowanych otworów jest wskazane ze względu na stosowany sposób obróbki. Wlotowe otwory **16a** i **16b** połączone są z otworem przewodu **B** między szybko otwierającym się

5

zaworem **D** i dyszą **E** w sposób taki, że obróbcza ciecz jest wprowadzona przez przewód **B** i przepływa przez ten przewód w kierunku zbiornika **10**, na skutek tego, że zawór **D** jest w tym czasie w położeniu zamkniętym. Przy doprowadzaniu obróbczej cieczy w powyższy sposób przewód **B** jest częściowo oczyszczony z zawartości stałych materiałów i przez to obróbcza ciecz jest wprowadzona do dolnej części zbiornika **10** dzięki czemu następuje silne mieszanie cieczy doprowadzanej do zbiornika. Wprowadzanie obróbczej cieczy do dolnej części zbiornika działa na przyspieszenie rozdrobnienia stałego materiału unoszonego częściowo w zbiorniku.

Zgodnie z wynalazkiem doprowadzanie do zbiornika materiałów stałych i cieczy może być w szerokim zakresie zróżnicowane. Na przykład przy nasyconej parze wodnej o ciśnieniu 32 kG/cm² zakres ten może być utrzymany w stosunku jak 200:1. Stosunek materiałów stałych do cieczy jest określony przez zakres pojemności zbiornika **10**, który jest wypełniony materiałem stałym przeznaczonym do obróbki i przez parametry doprowadzanej cieczy lub pary. Ciśnienie cieczy, która jest doprowadzana do zbiornika **10** jest również uzależnione od różnych współczynników i może być zmieniane w szerokim zakresie w granicach od 3,5 do 140 kG/cm². Dobór ciśnienia uzależniony jest od materiału przeznaczonego do obróbki i stopnia jego rozdrobnienia. Zawór **D** jest przedstawiony na rysunku jako zawór typu obrotowego, który posiada trzpień **17** połączony z nastawczym serwowmotorem **18**. Zawór ten jest zaworem pełnotworowym, który gdy znajduje się w położeniu otwartym to jego przelotowy otwór jest przynajmniej tak duży jak średnica otworu w przewodzie **B**. Zawór ten jest zaworem szybko otwierającym się, dzięki czemu gdy doprowadzony do strefy **A** materiał znajdzie się pod zawyżonym ciśnieniem, to zawór ten natychmiast zostaje częściowo otwarty, w celu raptownego zmniejszenia ciśnienia i spowodowania odprowadzenia mieszaniny cieczy i cząstek stałych przez wylotowy otwór.

Jedną z ważnych właściwości wynalazku jest umieszczenie zaworu **D** poniżej strefy **A** w wystarczającej odległości, w wyniku czego, gdy zawór zostanie całkowicie otwarty, to wszystkie cząstki stałego materiału wejdą do obudowy zaworu. W tym układzie szybkie otwarcie zaworu przy umieszczeniu go poniżej zbiornika **10** zapewnia to, że zawór ten zostanie całkowicie otwarty przed tym nim jakakolwiek ilość stałych cząstek przez niego przejdzie.

Ta korzystna cecha uwypukla się szczególnie tym, że obróbcza ciecz jest wprowadzana przez otwór **B** w kierunku przeciwnym do kierunku usuwania materiału ze zbiornika **10**. Takie doprowadzanie obróbczej cieczy w punkcie powoduje szybki odpływ cząstek stałych. W wyniku tego gdy zawór jest częściowo otwarty i zapoczątkowany jest przepływ, to materiał który winien być odprowadzony ze zbiornika **10** do zaworu jest odprowadzany w szybkim czasie na skutek jego cał-

6

kowitego otwarcia przed dopływem stałych cząstek do zaworu.

W układzie tym wykonanym według niniejszego wynalazku zadowalające wyniki uzyskiwane są przy otwarciu zaworu, który otwierany jest w czasie krótszym niż 0,02 sek. Gdy zawór **D** zostanie ustawiony w położeniu otwartym to strumień mieszaniny przejdzie ze zbiornika **10** tworząc pierwszą strefę przepływu przez zwężoną dyszę do rurowego przewodu **B**.

Gdy strumień mieszaniny przejdzie przez zbieżną dyszę **E** to dysza ta spowoduje przyspieszenie rozdrabniania cząstek, podczas przepływu mieszaniny, przy wysokiej szybkości, w wyniku czego następuje zmiana części entalpii podczas pracy przepływu na energię kinetyczną. Usuwane cząstki stałe uzyskują przy tym przyspieszenie tylko ślizgowe, podczas gdy ciecz osiąga swą maksymalną szybkość na skutek zastosowania dyszy. Szybki przepływ cieczy w stosunku do szybkości cząstek stałych powoduje tworzenie się miejscowych stref ultradźwiękowych przepływów, co powoduje rozdrobnienie cząstek stałych.

Ponieważ tego rodzaju miejscowe strefy ultradźwiękowych przepływów są bardzo ze sobą pomieszczone to fale wstrząsów o wielkiej sile są wywoływane w tych strefach. Ze względu na to, że ultradźwiękowe strefy są ze sobą połączone, to wynikające stąd wstrząsy są również ze sobą połączone, którym podlegają stałe cząstki w czasie, gdy przepływają one przez dyszę. Przykładowo odnośnie szybkości przez dyszę **E** do przewodu **B** wynoszą dla cieczy 350 do 400 m/sek, podczas gdy szybkość cząstek stałych wynosi 10 m/sek. Ponieważ szybkość cieczy w stosunku do szybkości cząstek stałych jest większa w przybliżeniu o 350 m/sek, to wstrząsy fal, które powstają na powierzchni powodują rozkruszenie cząstek stałych. Ze względu na to, że ilość wstrząsów wzrasta na nieregularnych powierzchniach cząstek stałych to wstrząsy te są ściśle połączone ze stałą powierzchnią i są przenoszone na stałe cząstki, co powoduje ich uszkodzenie lub pękanie wzdłuż przerwanych płaszczyzn.

Zbieżna dysza **E** jest wykonana ze znaczną zmianą przekroju w zależności od jej wymiaru długości i kąta nachylenia w wyniku czego, zgodnie z wynalazkiem stosunek powierzchni największego przekroju do przekroju najmniejszego wynosi jak 3:1 do 8:1 przy czym najlepiej gdy jest jak 4:1. Konstrukcja dyszy winna być wykonana z małym przelotem i dobrze wykonanym obwodem zbieżnej części, rozszerzonej w kierunku przewodu **B**. Lepiej jest przy tym, gdy dysza jest uformowana w układzie mimośrodowym tak jak to uwidoczniono na fig. 2, to jest tak aby dolny odcinek ścianki dyszy leżał na tej samej płaszczyźnie co i dolna ściana odcinka mimośrodowego wylotu **14** i dolna ściana odcinka przewodu **B**, co zabezpiecza gładki i niezakłócony przepływ mieszaniny cieczy i cząstek stałych strumienia z dolnego poziomu zbiornika **10** przez dyszę **E** i do przewodu.

Gdy strumień mieszaniny przechodzi przez przewód **B** to cząstki stałe poddawane są dalszym

wstrząsów w wyniku tego, że ciecz w dalszym ciągu przepływa znacznie szybciej niż doprowadzane cząstki stałe i zmiana miejscowych stref powstaje na skutek utrzymywania naddźwiękowego przepływu. Podczas przepływu zmieszanego strumienia przez rurowy przewód szybkość ruchu cząstek stałych wzrasta podczas gdy szybkość przepływu cieczy maleje. W przewodzie o najbardziej korzystnej długości ciecz dopływająca ma tę samą szybkość w końcu przewodu co i na jego początku. Gdy strumień mieszaniny osiągnie rozpraszającą dyszę E to szybkość cieczy dalej wzrasta w tej dyszy a przepływ cząstek stałych odbywa się w sposób przyspieszony, na skutek przekazywania dodatkowej ilości energii kinetycznej, uzyskiwanej przez adiabatyczne rozszerzanie cieczy w rozpraszającej dyszy. Z dyszy F strumień przepływa do drugiej strefy C, która jest utworzona w kształcie spirali tworzącej odbiorcze naczynie lub komorę 19.

Druga strefa jest przedstawiona w formie zawartej komory, w której umieszczony jest płaskownik 20, oznaczony za pomocą przerywanych linii na fig. 1 i który ustawiony jest na drodze przejścia strumienia mieszaniny powiększonego w komorze 19. Zbieżna dysza F jest zasadniczo stożkowa i jej wymiar, kształt i długość uzależnione są od pewnych zmian. Na przykład stosunek jej powierzchni wylotowej do powierzchni wlotowej może zmieniać się w zakresie jak 2:1 do 10:1, przy czym jej długość winna być taka że stopień nachylenia nie powinien być większy niż 15°. Część wlotowa posiada tę samą średnicę co i otwór przewodu B, a ponieważ wlotowy przepływ jest przyspieszony, to powstawanie zatykania się w części wlotowej stożkowej dyszy jest wykluczone.

Gdy strumień mieszaniny tworzy zatory w otworze to naddźwiękowy przepływ strumienia mieszaniny, który jest osiągnięty w celu spowodowania zmiany szybkości wstrząsów w dyszy F natychmiast je niweluje. Cząstki stałe poddawane są takim wstrząsów, że powstaje dodatkowe zmniejszanie ich wymiarów.

Z dyszy F strumień mieszaniny przepływa przez wlotową tubę 21, która jest odwrócona większym odcinkiem do kierunku przepływu, gdzie drobny materiał jest kierowany w kierunku prawego kąta w stosunku do większej osi dyszy. Wlotowy strumień mieszaniny wprowadzany jest do spirali tworzącej komorę 19, która tworzy strefę C. Płaska tarcza 20 może być zastosowana w strefie C, która ustawiona jest swą płaską powierzchnią na przeciwi osi otworu przewodu B.

Ustawienie we właściwej odległości płaskiej tarczy od dyszy F powoduje to, że nie będzie ona przeszkadzała przy swobodnym kierowaniu i przepływie zmieszanego strumienia, który jest częściowo zamknięty, w celu zabezpieczenia tego by środkowa część strumienia o wysokiej szybkości wprowadzona była naprzeciw płaskiej tarczy. W ten sposób powstaje dodatkowy lub inny rodzaj wstrząsów, przy których cząstki poddawane są dalszemu rozdrabnianiu, przy czym cząstki te podawane są uderzeniom sił, które powodują dalsze ich rozdrabnianie i zmniejszanie. Stwierdzono przy tym, że

cząstki stałe przesuwane przez otwór przewodu B tworzą obwodowe ukształtowanie materiału ze skupieniem większych cząstek skoncentrowanych w pobliżu środka lub osi danego przewodu, podczas gdy drobne cząstki przesuwane są wzdłuż ścianek przewodu.

Przy zastosowaniu płaskiej tarczy, która powierzchnią swą ustawiona jest tak, że większe cząstki które są kierowane z dyszy, przy zastosowaniu wysokiej szybkości uderzają o nią poddając te cząstki działaniu szybkim zwartym siłom. Taki układ powoduje dodatkowe rozdrabnianie lub rozbijanie cząstek i uderzanie ich jedna o drugą. Drobny materiał i warstwy, które są wyladowywane z przewodu przy wysokiej szybkości kierowane są na przyległą wewnętrzną stożkową powierzchnię dyszy F i na krzywą wlotową powierzchnię 21, w wyniku czego skierowana przeciwnie część cieczy i drobne cząstki ciał stałych przechodzą z kierunku osiowego podczas gdy strumień mieszaniny przechodzi do zbiornika 19. Ciężkie cząstki są wprowadzane ponownie na płaską tarczę 20 i kierowane są do dalszego rozdrabniania.

Zgodnie z fig. 3, na której przedstawiono w przekroju spiralną osłonę umieszczoną w zbiorniku 19 staje się jasnym, że mieszany strumień wchodzi do naczynia równoległe do osi, tworząc spiralę. Ciecz i cząstki stałe przemieszczane są we wszystkich kierunkach na początku wejścia do spiralnej obudowy, przy czym niektóre z cząstek uderzają o wewnętrzną ścianę komory w celu przygotowania ich do dalszego rozdrabniania. Spiralne ukształtowanie zbiornika pozwala na wytworzenie obrotowego ruchu i rozdrabnianie stałych cząstek w sposób taki, że ciecz i cząstki stałe kierowane są do wylotowego końca 19a komory.

Zbiornik 19 działa w formie układu zmieniającego o trójwymiarowym przepływie, który jest ustawiony w szeregu w kierunku wzdłużnym z pochylą zsypaną rynną H. Jest przy tym widoczne, że w czasie gdy stałe cząstki zostaną przetransportowane przez układ do strefy drugiej to ich wymiary lub stopień sproszkowania zostaną w bardzo znacznym stopniu osiągnięte. Z ukształtowanego spiralnie zbiornika 19, który powoduje rozbicie w strefie C obróbcza ciecz i sproszkowany materiał stały przenoszone są w dół przez zsypaną rynnę H i do cyklonu J.

Oddzielanie cząstek stałych następuje w urządzeniu osadowym podczas przechodzenia cząstek stałych przez odprowadzającą rurę 24 i odpływu cieczy przez wylotową górną rurę 25. Przy obróbce rudy lub innych materiałów przeznaczonych do rozdrabniania, materiały te wprowadzane są przez załadowniczy lej 12 i przelotowy zawór 11, który jest normalnie w stanie zamkniętym, gdy obróbcza ciecz jest doprowadzana przez zawór 16 w celu doprowadzenia jej przez rurowy przewód G do rurowego przewodu B a następnie do dolnego układu zbiornika 10. W przypadku potrzeby część obróbczej cieczy może być doprowadzona przez pomocniczy przewód 15a, który połączony jest z górnym układem zbiornika 10 i który to przewód wyposażony jest w kontrolny zawór 15b. Dopro-

wadzenie obróbczej cieczy jest kontynuowane aż do czasu gdy wewnątrz zbiornika 10 osiągnie się ciśnienie niezbędne dla wykonania przebiegu kruszenia materiałów, po czym zawory 16 i 15b zostają zamknięte. W przypadku doprowadzania pary winna być ona doprowadzana w możliwie jak najkrótszym czasie, w celu zapobieżenia jej kondensacji. Szybko otwierający się zawór D na przewodzie B jest otwierany albo równocześnie przy zamykaniu zaworów 16 i 15a albo bezpośrednio przed zamknięciem tych zaworów, w celu utworzenia połączenia między dolną strefą A i przewodem B.

Gdy zawór D będzie otwarty jako pierwszy, to cząstki stałe z dolnej części zbiornika 10 będą w częściowym spoczynku, podczas gdy ciecz obróbcza przepływa bezpośrednio przez dyszę i do przewodu przepływając wokół stałych cząstek z wielką szybkością. Odpowiednio dostosowana szybkość obróbczej cieczy wokół stałych cząstek wytwarza ponaddzwiękowy przebieg, który może być określony w jednej z miejscowych stref ponaddzwiękowych, dźwiękowych lub poddzwiękowych przy przepływie razem ze strumieniem cząstek stałych. Strefa naddźwiękowa utworzona przy przepływie nad powierzchnią stałych cząstek powoduje rozbitcie cząstek podczas przepływu obróbczej cieczy.

Wstrząsy fal przepływającej obróbczej cieczy powodują zjawisko utworzenia strefy ponaddzwiękowej, ze względu na to, że przepływ składa się z rozprężających się fal rozchodzących się wokół i tworzących fale rozchodzące się przeciwnie do kierunku przepływu cieczy. Ciśnienie fal wytwarza energię ruchu jednej fali w kierunku przeciwnym do drugiej, powodując przy tym wstrząsy fal w sposób taki, że stałe cząstki materiału poddawane są wstrząsom, które wzrastają w strefach ponaddzwiękowego przepływu i które wpływają na rozbitcie powierzchni materiałów stałych.

W wyniku tego, że zawór D zostanie otwarty, to powstaje układ taki, że stałe cząstki na skutek utworzonego strumienia poddawane są wstrząsom cieczerwowej fali. Gdy wstrząsy przenoszone są na cząstki stałe, to wywołują one ich rozdzielanie w sposób taki — że krystaliczna powierzchnia podlega przełamaniu i utworzeniu nowej powierzchni, przy czym nowy wstrząs powoduje dalsze przełamanie, podczas gdy nowopowstający wstrząs jest przenoszony przez stały materiał.

Amplituda wstrząsów powstałych na skutek odbicia lub przenoszenia uzależniona jest od rodzaju powstających przerw w przebiegającym układzie, przy czym w przypadku wstrząsów, które stanowią odbicie tworzone są naprężenia, które powodują pęknięcia w krystalowych warstwach materiałów. Taki układ nie tylko tworzy zewnętrzne rozbitcie, lecz ze względu na to, że siły, które powodują oddzielenie stałych cząstek od pojedynczych kryształów lub ziarn tworzą w przeważającym stopniu naprężenia, które mają tendencję do rozdrabniania i przełamania a następnie całkowitego oddzielania się kryształów ze sobą połączonych. W wyniku tego dokonywany jest proces oczyszczania i cząstkowego oddzielania ziarn od cząstek stałych. Tego rodzaju cząstkowe oddzie-

lanie jest korzystne ze względu na to, że pozwala na zmniejszenie wymiarów lub sproszkowanie wielu stałych substancji.

Przy wlocie do przewodu B szybkość obróbczej cieczy jest raptownie zwiększona, podczas gdy przepływ cząstek stałych odbywa się tylko przy zapoczątkowanym przyspieszeniu. Szybkość przepływu obróbczej cieczy w stosunku do stałych cząstek jest ponaddzwiękowa, przy czym miejscowe strefy przepływu tworzone są przy przepływie ponaddzwiękowym i poddzwiękowym. Ponaddzwiękowe strefy, które tworzą się na powierzchni stałych materiałów, powodują powstawanie wstrząsowych fal, które przenoszone są na stałe cząstki powodując ich pęknięcia na oddzielających się powierzchniach. Przy zastosowaniu rurowego przewodu o odpowiedniej długości i o tym samym przekroju energia przenoszona jest z obróbczej cieczy na cząstki stałe a przepływ mieszaniny cieczy i stałych cząstek odbywa się przy wysokiej szybkości. W przypadku potrzeby przyspieszenia ruchu strumienia mieszaniny do wysokiej szybkości dokonywane jest w sposób taki — że jest ona wytryskiwana do rozpraszającej dyszy F, w której powstaje zjawisko drgań.

Oprócz tego gdy wstrząsowa płaszczyzna 23 jest umieszczona w odbiorczej strefie C, to wysoka szybkość uderzenia powoduje zwiększenie ilości rozdrobnionych cząstek. Strumień mieszaniny osiąga w przewodzie B szybkość dźwięku. W wyniku tego przepływ przez dyszę F uzyskuje szybkość naddźwiękową a fale, które są przy tym osiągane wytwarzają dalsze siły działające na stałe cząstki, których wielkość jest w dalszym ciągu zmniejszona. Gdy strumień przepływa przez dyszę, to ciecz objętościowo powiększa się, przy czym jest ona kierowana przy uzyskaniu naddźwiękowej szybkości do strefy C. Gdy uderzeniowa płaska powierzchnia 23 zastosowana jest w strefie C, to największe cząstki znajdujące się w strumieniu mieszaniny, które dążą do skoncentrowania w pobliżu osi strumienia są na skutek uzyskanej szybkości rozdrabniane o tą powierzchnię.

Takie rozdrobnienie nie tylko powoduje dalsze rozszczepienie lub rozdzielanie stałych cząstek, lecz również zmianę naprężeń wynikających z międzycząsteczkowego zderzenia, gdy cząstki te odskakują z powrotem od uderzeniowej płaskiej powierzchni. Zwiększa to ilość zderzeń cząstek jedna o drugą i przyczynia się do dodatkowego zmniejszenia ich wymiarów. Spiralnie ukształtowana komora 19 tworzy strefę C przystosowaną do obrotowego ruchu cieczy, rozdrabniania materiału oraz kierowania go w kierunku wylotu 19a. Ze strefy C ciecz i cząstki stałe odprowadzane są za pomocą zsykowej ryny H do oddzielającego cyklonu J. Wewnątrz cyklonu cząstki są oddzielane i usuwane przez wylotową rurę 24, podczas gdy obróbcza ciecz kierowana jest przez górną wylotową rurę 25.

Odmiana urządzenia przedstawiona jest na fig. 4 i 5, gdzie zgodnie z wynalazkiem przedstawiono dwa osobne urządzenia podobne do uwidocznionego na fig. 2 lecz skierowane przeciwnie jeden w stosunku do drugiego.

Zgodnie z fig. 4 pierwszy układ oznaczony liczbą I jest identyczny w stosunku do układu przedstawionego na fig. 1 i zawiera on te same elementy jak na przykład układ oznaczony literą A, za pomocą której oznaczona jest pierwsza strefa E zbieżna dysza, rurowy przewód B, szybko otwierający się zawór D i zbieżna dysza F. Drugi układ oznaczony liczbą II zawiera te same elementy A, B, D, E i F.

Podwójny układ jest przystosowany do jednej odbiorczej strefy lub komory, która jest oznaczona literą C'. Układ I i II wyposażony jest w rurowe przewody B połączone przez dysze F ze wspólną odbiorczą strefą C'. Odbiorcza strefa C' jest uformowana za pomocą spiralnie ukształtowanej komory 19b, która konstrukcyjnie podobna jest do komory 19, z wyjątkiem tego, że przewidziano w niej dwie dysze ustawione po przeciwnych stronach spirali. Wewnątrz komory 19a umieszczone są dwie płaskie tarcze 26 i 27 (fig. 5), które ustawione są w pewnej od siebie odległości i w określonej odległości od końców dysz F. Każda tarcza jest przewidziana ze środkowym otworem 28, który może być wyposażony w pierścieniową wkładkę, z utwardzonego materiału, umieszczoną wewnątrz otworu. Płaskie tarcze 26 i 27 wyposażone w otwory 28, które ustawione są w linii osiowej w stosunku do osi otworów w przewodach B, doprowadzających mieszaninę do strefy C'. Odległości płaskich tarcz są takie, że nie wywołują one przeciwnie skierowanego strumienia w stosunku do strumienia kierowanego do strefy C'. Jednakże tarcze te tworzą pewne zamknięcia na końcu dysz na skutek czego środkowa część strumienia przechodzi przez otwory 28 co powoduje zderzenie strumieni skierowanych z przeciwnych kierunków. Odległość między tarczami nie jest niebezpieczna lecz winna ona być taka aby następował między tarczami swobodny przepływ materiału po zaistnieniu zderzenia.

Przepływ materiału przez każdy rurowy przewód B odbywa się przy wysokiej szybkości, w celu oddzielenia większej części materiału, przy czym największe cząstki są w pobliżu osi lub środkowej części rurowego przewodu. Przy właściwym ustawieniu płaskich tarcz 26 i 27 w stosunku do rurowych przewodów środkowa część każdego strumienia winna przechodzić przez otwór 29 w płaskiej tarczy i zderzać się w prowadzeniu jednego strumienia o drugi. Ponieważ strumienie są przepuszczane przy wysokiej szybkości, gdy wchodzi one do strefy C', to można zauważyć, że zderzenia między dwoma środkowymi strumieniami będą wytwarzały wielką ilość dodatkowej energii przeznaczonej do zmniejszenia wymiarów cząstek.

Płaskie tarcze działają również przy zmianie kierunku małych cząstek, które uderzają o płaszczyzny w kierunku promieniowym skierowane na zewnątrz osi. Urządzenie, przy którym dwa strumienie cząstek o wysokiej szybkości skierowane są jeden przeciwko drugiemu są bardziej przydatne w porównaniu z urządzeniem według fig. 1 gdyż pojedynczy układ nie zawiera wszystkich elementów zastosowanych w układzie podwójnym.

Gwałtowne uderzenia dwóch strumieni powodują niezwykle silny turbulentny ruch w strefie C', co przyczynia się do gwałtownego zderzenia cząstek skierowanych przeciwko sobie i zmniejszenia ich wymiarów.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób kruszenia materiałów stałych o różnokierunkowych kształtach, **znamienny tym**, że ładunek materiału stałego wprowadzany jest do ładunkowej strefy, do której wprowadzona jest ciecz lub para pod ciśnieniem, aż do czasu gdy wstępnie dobrane ciśnienie zostanie osiągnięte w strefie ładunkowej, po czym strumień mieszaniny składającej się z materiału stałego i cieczy lub pary kierowany jest do rurowego przewodu, który jest rozszerzany od strony ładunkowej strefy, przy czym w przewodzie tym cząstki stałego materiału poddawane są rozdrobnieniu w czasie, gdy materiał przesuwany jest z ładunkowej strefy do rurowego przewodu, w wyniku czego następuje zmniejszenie wymiaru cząstek materiału i wyładowanie strumienia mieszaniny cieczy i materiału stałego do strefy rozładunkowej, po przejściu przez rynnowy przewód.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że do strefy ładunkowej wprowadzany jest początkowo materiał stały a następnie obróbcza ciecz lub para, która powoduje raptowną ekspansję obróbczej cieczy i skierowanie jej do rurowego przewodu, który wydłużony jest od ładunkowej strefy na taką długość, że stałe cząstki materiału przesuwane są razem ze strumieniem cieczy zwiększającą swą szybkość w strefie wylotowej ze strefy ładunkowej do rury, wywołując wstrząsy fal, które działają na cząstki materiału stałego, w celu zmniejszenia ich wymiarów, po czym skierowania strumienia mieszaniny cieczy i cząstek stałych przez zsypaną rynną do strefy rozładunkowej, wyposażonej w dostatecznie duży wylot, w wyniku czego nie powstaje wsteczne ciśnienie reagujące na przepływ strumienia mieszaniny przepływającej do drugiej strefy, w celu umożliwienia na swobodne rozszerzenie cieczy i całkowite wykorzystanie energii do dalszego zmniejszenia wymiarów materiałów stałych.

3. Sposób według zastrz. 1 lub 2, **znamienny tym**, że stały materiał jest doprowadzany do wzajemnych zderzeń o swej powierzchni wewnątrz rozładunkowej komory.

4. Sposób według zastrz. 1, 2 lub 3, **znamienny tym**, że obróbcza ciecz jest wprowadzana przez rurę poszerzoną od strony strefy załadunkowej, w celu skierowania obróbczej cieczy do strefy załadunkowej w kierunku przeciwnym, przy którym mieszanina strumienia cieczy i stałego materiału stopniowo rozszerza się od strony strefy załadunkowej.

5. Sposób według zastrz. 1 do 4, **znamienny tym**, że odprowadzanie strumienia mieszaniny do strefy rozładunkowej jest dokonywane przez rozpraszającą dyszę umieszczoną na końcu rury.

6. Sposób według zastrz. 1 do 5, **znamienny tym**, że cząstki materiału poddawane są podczas prze-

plywu wzajemnie utworzonym drganiom gdy strumień cieczy i materiału stałego przepływa przez rurę.

7. Sposób według zastrz. 1 do 6, **znamienny tym**, że cząstki materiału poddawane są podczas przepływu wzajemnie utworzonym drganiom, gdy strumień cieczy i materiału stałego przechodzi przez rozszerzoną rurę i wchodzi do strefy rozładunkowej.

8. Sposób według zastrz. 1 do 7, **znamienny tym**, że strumień mieszaniny cieczy i materiału stałego jest kierowany do strefy rozładunkowej przez rurę o częściowo stałym przekroju w celu zapobieżenia stratom energii przed promieniowym rozszerzeniem strumienia oraz w celu zwiększenia szybkości ruchu materiałów stałych w tym strumieniu.

9. Sposób według zastrz. 1 do 8, **znamienny tym**, że szybkość cieczy zwiększona jest w strefie wylotu z załadunkowej komory przez stopniowe zawężanie przepływu cieczy i stałą ilość masy, która opuszcza strefę ładunkową i przechodzi do rurowego przewodu.

10. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że na wprowadzany ładunek materiału stałego do strefy załadunkowej pierwszego układu doprowadzana jest obróbcza ciecz o określonym ciśnieniu i ilości, która zostaje połączona ze stałym materiałem, po czym mieszanina cieczy i stałego materiału zostaje skierowana do rurowego przewodu, który przechodzi ze strefy załadunkowej i który tworzy część pierwszego układu, w którym następuje mieszanie cieczy z materiałem stałym i utworzenie uderzeniowej fali podczas przepływu ze strefy załadunkowej do strefy rozładunkowej, przy czym usuwanie strumienia mieszaniny przez rurowy przewód odbywa się przy wysokiej szybkości a wprowadzenie ładunku danego materiału do załadunkowej strefy drugiego układu i doprowadzenie obróbczej cieczy o ustalonym z góry ciśnieniu do strefy załadunkowej drugiego układu, w celu poddania ładunku stałego materiału działaniu cieczy kierującej strumień mieszaniny cieczy i stałego materiału do rury, która jest wyprowadzona od strefy ładunkowej drugiego układu i która tworzy część tego układu poddawanego burzliwemu przepływowi strumienia mieszaniny, gdy przepływa ona z załadunkowej komory drugiego układu do komory rozładunkowej, przeprowadzając przez rurę strumień mieszaniny przy utrzymaniu wysokiej szybkości i powodując zderzenia części cząstek stałego materiału przepływającego przez rurowy przewód pierwszego układu w zależności od części cząstek materiału wypływającego z rurowego przewodu drugiego układu, w celu zmniejszenia wymiarów materiału stałego.

11. Sposób według zastrz. 10, **znamienny tym**, że cząstki stałych materiałów poddawane są siłom uderzenia w strefie wylotu z załadunkowej strefy pierwszego układu, przy czym cząstki materiałów stałych poddawane są siłom uderzenia w strefie wylotu z załadunkowej komory drugiego układu.

12. Sposób według zastrz. 10 lub 11, **znamienny tym**, że strumień mieszaniny cieczy i materiałów stałych pierwszego układu jest wyladowywany do strefy wyladowkowej po przejściu przez rurowy

przewód pierwszego układu, lecz przy początkowym rozdrobnieniu, po czym strumień mieszaniny cieczy i materiałów stałych drugiego układu, z którego mieszanina jest rozładowywana, do strefy wyladowczej, po przejściu przez rurowy przewód drugiego układu lecz po wstępnym częściowym rozdrobnieniu.

13. Sposób według zastrz. 10 do 12, **znamienny tym**, że rozładowcze strefy są wykonane w sposób nie wytwarzający przeciwnie skierowanego ciśnienia wytwarzanego w celu kierowania strumienia mieszaniny z pierwszej i drugiej strefy i w celu zapewnienia swobodnego rozładowania obróbczej cieczy i stałych cząstek z każdego układu i pełnego wykorzystania jej energii do dalszego zmniejszenia wymiaru materiału stałego.

14. Sposób według zastrz. 1 do 13, **znamienny tym**, że drobne cząstki materiału i cząstki obróbczej cieczy, przepływające z rurowego przewodu, są rozpraszane na boki i dalej po wyjściu ze strefy rozdrabniania.

15. Urządzenie do wykonywania sposobu według zastrz. 1 do 14, **znamiennie tym**, że zawiera załadunkowy zbiornik przeznaczony do ładowania materiałów umieszczony w strefie załadunkowej a rurowy przewód, który przeprowadzony jest z załadunkowego zbiornika do zbiornika strefy rozładunkowej jest wyposażony w szybko otwierający się zawór, przy czym urządzenie do doprowadzania ciśnieniowej obróbczej cieczy do załadunkowego zbiornika, w którym podczas doprowadzania cieczy, do pierwszej strefy, szybko otwierający się zawór jest w stanie zamkniętym oraz urządzenie przewidziane do otwierania zaworu w celu natychmiastowego odprowadzania strumienia mieszaniny składającej się z obróbczej cieczy i stałego materiału do rurowego przewodu, odprowadzającego strumień do zbiornika rozładunkowego i rurowego przewodu w strefie, w której stały materiał poddawany jest siłom uderzenia, podczas jego usuwania ze zbiornika załadunkowego i wprowadzenia go do rury, w celu rozdrobnienia i zmniejszenia wymiarów materiału stałego.

16. Urządzenie według zastrz. 15, **znamiennie tym**, że szybko otwierający się zawór jest umieszczony w określonym położeniu od załadunkowego zbiornika, przy czym większa część ściśliwej obróbczej cieczy jest wprowadzana do rury między zaworem i załadunkowym zbiornikiem gdzie obróbcza ciecz przepływa do załadunkowego zbiornika przez rurowy przewód w kierunku przeciwnym w celu usunięcia materiału z tego zbiornika.

17. Urządzenie według zastrz. 15 lub 16, **znamiennie tym**, że odległość zaworu do załadunkowego zbiornika i czas otwarcia tego zaworu jest taki, że zawór ten ustawiony jest w całkowicie otwartym położeniu przed tym nim usuwany materiał z załadunkowego zbiornika dosięgnie ten zawór.

18. Urządzenie według zastrz. 15 do 17, **znamiennie tym**, że układ do wytwarzania siły uderzenia fali na zewnątrz rozładunkowego zbiornika składa się ze zbieżnej dyszy, która swym końcem o większym przekroju jest połączona z odbiorczą komorą a koniec o mniejszym przekroju jest połączony z przewodem rurowym, przy czym dłu-

gość i ukształtowanie dyszy jest takie, że przy otwarciu zaworu część obróbczej cieczy osiąga szybkość wystarczającą do wytworzenia miejscowych stref naddźwiękowego przepływu wokół wolno przesuwających się cząstek stałych, które poddawane są siłom uderzenia wynikającym z miejscowych powstałych stref naddźwiękowego przepływu.

19. Urządzenie według zastrz. 15 do 18, **znamiennie tym**, że rurowy przewód posiada w części swej długości przekrój stały powodujący zwiększenie szybkości strumienia mieszaniny i zmiany sił uderzeniowych w rurowym przewodzie, przy czym rozpraszająca dysza połączona jest z rurowym przewodem i odbiorczą komorą, która jest skonstruowana tak aby powodowała zmianę w kierunku uderzeniowych sił, którym poddawane są cząstki stałe a następnie by mieszanina przesuwana była do odbiorczej komory.

20. Urządzenie według zastrz. 15 do 19, **znamiennie tym**, że separator łączący się z wylotem rozładowniczego zbiornika przeznaczony jest do oddzielania obróbczej cieczy od stałych cząstek.

21. Urządzenie według zastrz. 15 do 20, **znamiennie tym**, że zawiera pierwszy i drugi układ, z których każdy zawiera załadowniczy zbiornik, szybko otwierający się zawór, rurowy przewód, urządzenie doprowadzające do zbiornika ciśnieniowej obróbczej cieczy, urządzenie do szybkiego otwierania

zaworu w celu raptownego wyladowania mieszaniny cieczy materiału stałego do rurowego przewodu, urządzenie do zwiększenia szybkości stałych cząstek materiału, który przepływa przez rurowy przewód, urządzenie do poddawania mieszaniny materiałów stałym siłom uderzenia, które jest połączone z załadowniczym zbiornikiem w celu dokonywania przepływu przez rurę drugiego załadowniczego zbiornika, stanowiącego wspólny układ i połączonego z odprowadzającym końcem rury dla obu układów, z których mieszanina cieczy i stałego materiału, z każdej rury jest odprowadzana do wspólnego odbiorczego naczynia z odprowadzających rur, rozmieszczonych jedna naprzeciw drugiej, przeznaczonych do utworzenia przeciwkierunkowych uderzeń zgrubnych cząstek materiałów odprowadzanych z dwóch rur ustawionych jedna naprzeciw drugiej, w celu rozdrobnienia i zmniejszenia wymiarów stałych cząstek.

22. Urządzenie według zastrz. 21, **znamiennie tym**, że płaska tarcza jest oddalona od odprowadzającego końca każdej rury i umieszczona we wspólnym naczyniu, przy czym każda tarcza zawiera otwór, który ustawiony jest w środku skierowanego na tarczę strumienia uderzającego w środek drugiego strumienia, podczas gdy pozostała część z każdego strumienia jest odprowadzana na boki od strefy uderzeniowej.

