



(21) Numer zgłoszenia: **426519**

(22) Data zgłoszenia: **31.07.2018**

(51) Int.Cl.
B03B 7/00 (2006.01)
B03B 5/02 (2006.01)
B01J 20/12 (2006.01)
C09K 17/04 (2006.01)
C05G 3/80 (2020.01)
C09C 3/04 (2006.01)

(54)

Sposób wzbogacania glaukonitu

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

10.02.2020 BUP 04/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

12.07.2021 WUP 15/21

(73) Uprawniony z patentu:

**STELLARIUM SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ,
Niedźwiada-Kolonia, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

ADAM PIESTRZYŃSKI, Kraków, PL
LUCYNA NATKANIEC-NOWAK, Kraków, PL
DARIUSZ FOSZCZ, Kraków, PL
TOMASZ GAWENDA, Kraków, PL
WALDEMAR KĘPYS, Kraków, PL
MIKOŁAJ SKOWRON, Żukowice, PL
AGATA STEMPKOWSKA, Modlnica, PL
AGNIESZKA SUROWIAK, Sanok, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Teresa Nadhera-Karczmitowicz

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wzbogacania glaukonitu, szczególnie rozdziału jego frakcji ziarnowych do zastosowań w rolnictwie i ogrodnictwie, korzystnie jako polepszaczy gleby oraz do wytwarzania mineralnego nawozu ekologicznego, jak również do zastosowań w przemyśle gumowym, farbiarskim oraz chemicznym, korzystnie do wytwarzania produktów odwadniania osadów ściekowych oraz do wiązania metali ciężkich w ściekach przemysłowych.

Glaukonit jest to minerał ilasty, glinokrzemian warstwowy potasu, magnezu, żelaza i glinu, tworzący niewielkie kryształy, występujący w naturalnym środowisku często w postaci zbrylonej oraz mocno zanieczyszczonej SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO itp. Glaukonit, ze względu na zawartość pierwiastków oddziałujących pozytywnie na roślinność, jest od dawna stosowany w formie nawozu w różnych gałęziach rolnictwa. Często też podlega on obróbce, celem wyodrębnienia składników określonych w nim zawartych, które są kolejno wykorzystywane jako dodatek do różnego rodzaju nawozów lub stanowią składnik kompozycji składników mineralnych wykorzystywanej jako nawóz mineralny. Glaukonit znajduje także zastosowanie jako surowiec do produkcji pigmentów, barwienia szkła i ceramiki lub jako składnik filtrów do oczyszczania wody.

Opis rosyjski wynalazku RU2429907 (C1) ujawnia kompozycję glaukonitową do wytwarzania granulek naturalnego glaukonitu, charakteryzującą się tym, że jest to masa plastyczna gliniastego glaukonitu o zawartości wilgoci 15–30%, gęstości od 1,1 do 1,6 g/cm^3 , zawierająca frakcję balastową zawierającą kwarc w ilości nie więcej niż 0,5% wagowych. Sposób wytwarzania kompozycji do wytwarzania granulek, obejmuje etapy: mielenie piasku glaukonitowego do wielkości ziarna w granicach 30–60 μm ; mieszanie pokruszonego piasku glaukonitowego z cieczą w postaci roztworu nadtlenu wodoru, gdzie stężenie nadtlenu wodoru w roztworze wynosi nie więcej niż 50%; osadzanie otrzymanej zawiesiny przez delaminację na warstwie wytrąconego glaukonitu; po czym jego odwodnienie do wilgotności 15–30% i gęstości 1,1 do 1,6 g/cm^3 . Mieszanie pokruszonego piasku glaukonitowego z cieczą prowadzi się przez 5–10 minut w stosunku masowym zmiażdżonego piasku glaukonitu do cieczy równym 1:2–5. W innym wariantcie wykonania wynalazku jako ciecz stosuje się wodny roztwór nadmanganianu potasu, przy czym stężenie nadmanganianu potasu w roztworze wynosi nie więcej niż 30%.

W innym opisie rosyjskiego wynalazku nr RU2626630 (C1) pt.: „Kompleksowy nawóz granulowany oraz sposób jego produkcji” – opisano kompozycję składników mineralnych występujących w nawozie wzbogaconym glaukonitem i innymi dodatkami mineralnymi. Kompozycja zawiera dodatkowo bentonit, ziemię krzemkową i wodę jako składniki mineralne. Wszystkie składniki są komponowane w określonym stosunku. Złożony granulowany nawóz zawiera składniki mineralne i organiczne, przy czym jako składnik mineralny nawóz zawiera wzbogacony glaukonit. Nawóz zawiera dodatkowo jako składnik mineralny bentonit, diatomit. Sposoby wytwarzania złożonego granulowanego nawozu obejmują mieszanie składników mineralnych lub składników mineralnych i organicznych, granulowanie, suszenie granulek powietrzem i ich późniejsze pakowanie w odporne na wilgoć opakowanie.

Opis wynalazku nr CN106431235 (A) ujawnia sposób wytwarzania wielopowłokowej gliniasto-glaukonitowej warstwy ceramicznej. Sposób charakteryzuje się tym, że obejmuje etapy, w których składniki mieszanki są poddawane mieszanii, granulacji, suszeniu, kalcynowaniu, zabezpieczeniu cieplnemu i przesiewaniu. Składniki mieszanki to glaukonitowa glina wielowarstwowa o dużej lepkości, zeolit, aktywowana glina odpadowa, tlenek nano-cynku, lekki tlenek magnezu, lekki węglan wapnia, wermikulit ekspandowany, siarczan laurylowy.

Zgodnie z wynalazkiem nr CA234171 (A), proces obróbki glaukonitu polega na poddawaniu złoża glaukonitu wielu etapom przemywania wodą i roztworem zawierającym elektrolit, z usuwaniem drobnego materiału oddzielonego i wytworzonego w takich przemywaniach. Proces obróbki glaukonitu polegać może także na wielokrotnym przemywaniu wodą i roztworem chlorku sodu z usunięciem, oddzielonego materiału odpadowego. Kolejnym wariantem obróbki glaukonitu jest poddawanie złoża glaukonitu wieloetapowemu, naprzemiennemu przemywaniu wodą i alkaicznym roztworem soli rzadkich kwasów, o nietypowych resztach kwasowych lub wielu przemiennym przemywaniom ciepłą wodą i ciepłym roztworem zawierającym elektrolit, każdorazowo z usuwaniem drobnego materiału oddzielonego i wytworzonego w takich przemywaniach.

Powyższe wynalazki ujawniają różne sposoby obróbki i/lub uszlachetniania glaukonitu, przy czym urządzenia służące do realizacji ww. sposobów wykorzystywane są także do obróbki i/lub uszlachetniania i/lub przetwarzania innych kopalin.

Do wynalazków opisujących proces uszlachetniania rud metali oraz innych złóż kopalnych należy wynalazek chiński nr CN107617508, który opisuje technologię modyfikacji drobnoziarnistych minerałów, np. wolframu. Technika modyfikacji minerałów obejmuje następujące szczegółowe etapy, w których: (1) zawiesina minerałów powstała w wyniku flotacji podlega kuszeniu; (2) prowadzi się wzbogacenie za pomocą stężenia grawitacyjnego; (3) siloksany są usuwane poprzez odwrotną flotację; (4) minerały wolframowo-cynowe są rozdzielane poprzez rozdzielanie magnetyczne; (5) oddzielone frakcje podlegają koncentracji grawitacyjnej; (6) niepożądane pierwiastki np. siarka i krzem są usuwane przez odwrotną flotację; (7) pożądane składniki ponownie podlegają separacji magnetycznej.

Opis wynalazku nr CN107282288 ujawnia sposób przetwarzania minerałów oraz kompleksowe odzyskiwanie żelaza magnetycznego, pierwiastków ziem rzadkich i fluorytu. Metoda przetwarzania minerałów obejmuje następujące etapy: pobieranie odpadów jako surowca; wykonanie separacji magnetycznej o wysokim natężeniu przez separator magnetyczny o wysokim gradiencie; mielenie rudy; rozdzielanie magnetyczne przez separator magnetyczny z zastosowaniem niskiego natężenia; rozdział granulometryczny i kolejna separacja magnetyczna z zastosowaniem wysokiego natężenia i kwasu o-hydroksynaftalanolamowego, jako kolektora oraz szkła wodnego jako inhibitora oraz przeprowadzanie flotacji i kolejno, trzykrotnego zatężania w celu uzyskania koncentratów ziem rzadkich o klasie REO. Odpad z procesu flotacji podlega kolejnej flotacji z zastosowaniem oleinianu sodu jako kolektora i zakwaszonego krzemianu sodu jako inhibitora, celem uzyskania koncentratów fluorytu o klasie CaF₂.

Jak wskazuje stan techniki, celem wydzielenia z kopaliny (w tym złóż glaukonitowych) określonych składników, stosuje się różne metody stanowiące określoną sekwencję czynności z wykorzystaniem różnych środków technicznych, służących do realizacji tych czynności.

Ujawnione w stanie techniki wynalazki opisują różne sposoby obróbki osadów glaukonitowych, zasadniczo poprzestając na ich granulacji lub stosując je jako dodatek dla komponowania nawozów wieloskładnikowych. Przedstawiony stan techniki potwierdza, że dotychczas nie podjęto próby całkowitego wykorzystania glaukonitu w zakresie zagospodarowania jego wszystkich frakcji ziarnowych.

Celem wynalazku jest sposób wzbogacania glaukonitu, szczególnie rozdziału jego frakcji ziarnowych do zastosowań w rolnictwie i ogrodnictwie, korzystnie jako polepszaczy gleby oraz do wytwarzania mineralnego nawozu ekologicznego, jak również do zastosowań w przemyśle gumowym, farbiarskim oraz chemicznym, korzystnie do wytwarzania produktów odwadniania osadów ściekowych oraz do wiązania metali ciężkich w ściekach przemysłowych.

Istotą wynalazku jest sposób wzbogacania glaukonitu z wykorzystaniem procesów separacji ziarnowej na przesiewaczach wibracyjnych, separacji hydraulicznej w hydrocyklonie oraz multihydrocyklonie oraz separacji magnetycznej, charakteryzujący się tym, że poszczególne etapy sposobu są następujące:

- (1) zraszanie wodą w zbiorniku zasypowym, nadawy pobranej ze złoża glaukonitowego;
- (2) wstępne rozmycie wodą nadawy za pomocą podawacza stałowo-członowego i skierowanie wstępnie rozmytej nadawy do separacji ziarnowej;
- (3) separacja ziarnowa nadawy na mokro, z wykorzystaniem dwupokładowego przesiewacza wibracyjnego o ruchu kołowym i uzyskanie frakcji ziarnowych o wielkości ziarna powyżej 5 mm oraz o wielkości ziarna poniżej 5 mm;
- (4) skierowanie frakcji o wielkości ziarna powyżej 5 mm do zbiornika zasypowego, natomiast frakcji o wielkości ziarna poniżej 5 mm do płuczki bębnowej;
- (5) rozmycie frakcji o wielkości ziarna poniżej 5 mm w płuczce bębnowej przy jednostajnym podawaniu wody w ilości 1,2–1,5 m³/t oraz obrotach bębna wynoszących 10 obr./min i skierowanie rozmytej nadawy o wielkości ziarna bliskiej 2 mm do procesu separacji ziarnowej;
- (6) separacja ziarnowa na mokro z wykorzystaniem trypokładowego przesiewacza wibracyjnego o ruchu eliptycznym 1:3 i uzyskanie frakcji o wielkości ziaren: powyżej 2 mm; 1–2 mm; 0,5–1 mm oraz poniżej 0,5 mm;
- (7) skierowanie frakcji o wielkości ziarna powyżej 2 mm oraz 1–2 mm na pryzmę oraz skierowanie frakcji o wielkości ziarna 0,5–1 mm i poniżej 0,5 mm do hydrocyklonu lub skierowanie frakcji o wielkości ziarna powyżej 2 mm; 1–2 mm oraz 0,5–1 mm na pryzmę oraz skierowanie frakcji o wielkości ziarna poniżej 0,5 mm do hydrocyklonu;
- (8) separacja ziarnowa i wstępne odwodnienie w hydrocyklonie i otrzymanie frakcji o wielkości ziarna 0,063–1 mm; 0,063–0,5 mm oraz do 0,063 mm;
- (9) skierowanie frakcji o wielkości ziarna 0,063–1 mm; 0,063–0,5 mm na pryzmę oraz skierowanie frakcji o wielkości ziarna do 0,063 mm do multihydrocyklonu;

- (10) separacja ziarnowa w multihydrocyklonie i otrzymanie frakcji o wielkości ziarna 0,035–0,063 mm oraz do 0,035 mm;
- (11) skierowanie frakcji o wielkości ziarna do 0,035 mm do wyrobiska glaukonitu oraz frakcji o wielkości ziarna 0,035–0,063 mm na przenośnik przymujący frakcję w zakresie 180 stopni na przymę.

Istota wynalazku charakteryzuje się także tym, że

- wszystkie frakcje ziarnowe są składowane na oddzielnych przymach; frakcje ziarnowe o wielkości ziarna 1–2 mm; 0,5–1 mm; 0,063–1 mm; 0,063–0,5 mm oraz 0,035–0,063 mm są poddawane procesowi suszenia do zawartości wilgoci nie wyższej niż 1%; frakcje o wielkości ziarna 0,035–0,063 oraz o wielkości ziarna 0–0,5 mm, po przymowaniu podlegają dalszemu suszeniu w suszarce obrotowej do zawartości wilgoci max. 1%, po czym poddaje się je separacji magnetycznej w wyniku której otrzymuje się frakcję magnetyczną o zawartości glaukonitu 28–30% wagowych; frakcję słabo magnetyczną o zawartości glaukonitu ok. 18% wagowych oraz frakcję niemagnetyczną, stanowiącą zasadniczo kwarc;
- podawacz stałowo-członowy podaje nadawę z prędkością 0,05 m/s i nadawa jest zraszana wodą za pomocą dysz poliuretanowych i/lub gumowych, ustawionych pod różnymi kątami względem koryta podawacza;
- dwupokładowy przesiewacz wibracyjny o ruchu kołowym pracuje pod nachyleniem 15 stopni; frakcje ziarnowe są zraszane wodą za pomocą dysz zraszających podających wodę pod ciśnieniem 3–4 bar; sita górnego pokładu mają wielkość oczka 30–50 mm, a sita dolnego pokładu mają wielkość oczka 5 mm;
- frakcja ziarnowa poniżej 5 mm jest przekazywana do płuczki bębnowej z prędkością 1,5 m/s za pomocą przenośnika taśmowego z prędkością 1,5 m/s;
- ruch obrotowy płuczki bębnowej wynosi 10 obrotów/min, natomiast woda jest podawana w ilości 1,2–1,5 m³/t podawanego produktu, zaś koryto płuczki nachylone jest pod kątem 8–10 stopni;
- trzypokładowy przesiewacz wibracyjny o ruchu eliptycznym pracuje pod nachyleniem 5 stopni, zaś frakcje ziarnowe są zraszane wodą za pomocą dysz zraszających podających wodę pod ciśnieniem 3–4 bar; sita górnego pokładu mają wielkość oczka 2 mm; sita środkowego pokładu mają wielkość oczka 1 mm, a sita dolnego pokładu mają wielkość oczka 0,5 mm;
- hydrocyklon zawiera sito odwadniające o wielkości oczek 0,5 mm, zaopatrzone w poliuretanowe panele modułowe oraz wymienne poliuretanowe wyłożenie boków sita, a także pokrycie antyrozbrzygowe z tyłu sita;
- frakcję glaukonitową o uziarnieniu 0,5–1 mm w ilości 59,78–75% wagowych, wysuszoną do zawartości 1% wilgotności, miesza się z KCl w ilości 10,87–12,5% wagowych, K₃HPO₄ w ilości 0,87–12,5% wagowych, K₂SO₄ w ilości do 5,43% wagowych oraz mączką dolomitową w ilości do 13,4% wagowych i otrzymuje się wzbogaconą mieszankę glaukonitową;
- po przymowaniu frakcje o wielkości ziarna 1–2 mm; 0,5–1 mm, 0,063–1 mm, 0,063–0,5 mm oraz 0,035–0,063 mm poddaje się procesowi granulacji w granulatorze bębnowym po uprzednim zwilżeniu materiału wodą do uzyskania wilgotności 5–6%;
- mieszanki glaukonitowe poddaje się procesowi granulowania, a otrzymany granulaty ma wielkość granulek 3–5 mm.

Liczne badania laboratoryjne materiału glaukonitowego pozyskanego ze złoża glaukonitu wskazały, że glaukonit jest minerałem tworzącym niewielkie kryształki o pokroju drobno-płytkowym, listewkowym lub łusieczkowym i występuje w postaci drobnych, okrągławych ziaren występujących w naturalnym środowisku często w postaci zbrylonej oraz mocno zanieczyszczonej SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, MgO, itp. oraz o różnej wielkości ziaren, co oznacza, że wszystkie główne składniki materiału wyjściowego (kopaliny) wykazują także dużą zmienność granulometryczną.

W materiale naturalnym występują także formy agregatowe o różnym stopniu wysortowania, a także różnym stopniu obtoczenia i wielkości ziaren. Różnorodny skład kopaliny oraz różna zawartość i postać glaukonitu stworzyły konieczność uprzedniego, szczegółowego zbadania składu mieszaniny. Liczne badania laboratoryjne ujawniły, że złożo glaukonitowe zawiera kwarc, jako główny składnik mineralny badanego materiału, którego ilość wynosi blisko 45% objętościowych. Kwarc wykazuje bardzo duże zróżnicowanie, pod względem granulometrycznym a przeciętna wielkość jego ziaren wynosi ok. 0,5 mm, przy obecności ziaren większych, o rozmiarach nawet do 2 mm.

Glaukonit stanowi ok. 30% objętościowych materiału naturalnego, a przeciętna wielkość jego ziaren wynosi 0,15 mm (max. 0,5 mm). Zdecydowanie przeważają ziarna drobne, o rozmiarach ok. 0,10 mm. Jedne i drugie odznaczają się dość dobrym obtoczeniem, istotnym ze względu na zapotrzebowanie przemysłu chemicznego do różnych aplikacji.

Kolejnym składnikiem złoża glaukonitowego są okruchy skalne. Są to najczęściej duże agregaty o rozmiarach przekraczających 1 mm, w których obok minerałów ilastych występują ziarna kwarcu, a także glaukonit. Przeciętna wielkość ziaren okruchów skalnych wynosi 0,5 mm, a ich ilość stanowi około 20% objętościowych.

Złoże glaukonitu zawiera również minerały nieprzezroczyste, które występują dość licznie i tworzą zarówno izolowane skupienia o rozmiarach około 0,12 mm (ok. 1% objętościowych), jak i pojawiają się w formie rozproszonych, pojedynczych ziaren o rozmiarach około 0,025 mm. Sumaryczna zawartość tych minerałów wynosi około 3% objętościowych. Szczegółowa analiza mikroskopowa wykazała, że minerały nieprzezroczyste to w przewadze związki żelaza oraz pojedyncze ziarna cyrkonu.

Badania przeprowadzono znanymi sposobami analitycznymi, właściwymi dla analityki materiałów okrucowych, tj. wykonano badania mikroskopowe w świetle przechodzącym i odbitym, a także z wykorzystaniem mikroskopu elektronowego skaningowego z detektorem EDS.

Na podstawie przeprowadzonych badań, został wyznaczony planimetrycznie uśredniony skład mineralny złoża glaukonitowego, zgodnie z którym złoże glaukonitu zawiera:

– kwarc	45% objętościowych
– glaukonit	30% objętościowych
– okruchy skalne	20% objętościowych
– minerały nieprzezroczyste (piryt)	3% objętościowych
– inne (skalanie, mika)	2% objętościowych.

Kolejnym etapem stanowiącym o sposobie modyfikacji glaukonitu była szczegółowa analiza składu chemicznego złoża glaukonitu, przeprowadzona przy pomocy mikroskopy elektronowej współpracującej z detektorem WDS. Ustalono średni skład chemiczny ziaren glaukonitu w % wagowych: SiO₂ – ok. 52,5%; Al₂O₃ – ok. 5,5%; Fe_{całk.} – ok. 2,7%; MgO – ok. 4,6%; K₂O – ok. 8,3%; Na₂O₃ ok. 0,08%; CaO – ok. 0,3%; MnO – ok. 0,025%; BaO – ok. 0,027%; TiO₂ – ok. 0,024%; Cr₂O₃ – ok. 0,032%; H₂O – ok. 7,65%.

Szczegółowe analizy składu chemicznego złoża glaukonitowego mają kluczowe znaczenie dla wyboru metody najefektywniejszego wzbogacania glaukonitu celem jego wykorzystania, przy jednoczesnym poznaniu możliwości zagospodarowania innych minerałów występujących w złożu glaukonitowym. Wnikliwe i długotrwałe badania wykazały, że w klasie ziarnowej nadawy glaukonitowej frakcja o wielkości ziaren: 0,63–1 mm oraz 0,4–0,63 mm (największe ziarna) zawiera wysoki, około 90-procentowy udział SiO₂, przy jednoczesnym mniejszym udziale pozostałych składników, co dowodzi, że frakcja o wskazanym uziarnieniu to głównie kwarc, przy niskiej zawartości glaukonitu i Al₂O₃, MgO oraz K₂O. Badania dowiodły, że glaukonit koncentruje się szczególnie w materiale najdrobniejszym nadawy o uziarnieniu: 0,071–0,1 mm oraz mniejszym niż 0,071 mm. Badania wykazały także, że w formach agregatowych występują tzw. materiały rudne, zawierające znaczną ilość pirytu.

Poznanie szczegółowego składu mineralogicznego umożliwiło analizę możliwości efektywnego, ekologicznego sposobu rozdziału wszystkich składników złoża według wynalazku, ponieważ tylko dzięki badaniom można tak ustalić sekwencję czynności wzbogacania glaukonitu, aby uzyskać najefektywniejszy sposób rozdziału złoża, ze szczególnym uwzględnieniem sposobu wzbogacania glaukonitu do uzyskania optymalnych wartości potasu, magnezu, żelaza, właściwego dla poziomu określonego w wymaganiach dla nawozów przeznaczonych dla różnych gatunków roślin.

W sposobie według wynalazku, proces wzbogacania glaukonitu rozpoczyna się od wstępnego przygotowania i rozmycia nadawy, którą gromadzi się w zbiorniku zasypowym i wstępnie zrasza się, a następnie za pomocą podawacza stalowo-członowego, nadawę kieruje się do dwupokładowego przesiewacza wibracyjnego.

Podawacz stalowo-członowy z prędkością 0,05 m/s podaje nadawę zawierającą nawet duże formy agregatowe o rozmiarach do 500 mm na dwupokładowy przesiewacz wibracyjny. Nadawa, przechodząc przez podawacz stalowo-członowy ulega wstępnemu nawodnieniu poprzez zraszanie za pomocą dysz poliuretanowych i/lub gumowych, ustawionych pod różnymi kątami względem podawacza, a co za tym idzie, względem przesuwającej się nadawy złoża glaukonitowego.

Dwupokładowy przesiewacz wibracyjny o ruchu kołowym, pracuje pod nachyleniem 15 stopni. Każdy pokład sita przesiewacza jest zaopatrzony w sita poliuretanowe. Zarówno na górnym, jak i dolnym pokładzie przesiewacza znajdują się dysze, które zraszają nadawę wodą pod ciśnieniem 3–4 bary. Dysze są ustawione pod różnymi kątami względem przesuwanej się nadawy, przy czym ilość wody, która zrasza nadawę wynosi 0,4–0,5 m³ na każdą tonę nadawy. Górny pokład przesiewacza zaopatrzony jest w sito o wielkości oczek od 30 do 50 mm, zaś dolny pokład w sito o wielkości oczek 5 mm.

Poruszane cyklicznie z określoną częstotliwością i amplitudą płyty/pokłady przesiewacza wibracyjnego przesuują nadawę z prędkością 0,3 m/s w laminarium strumienia wody, płynącym po nachylonej powierzchni płyty, prostopadle do kierunku jej poziomego ruchu. Różnica gęstości minerałów powoduje, że na rozdzielane ziarna nadawy działają: siły ciężkości i bezwładności, proporcjonalne do ich masy; siły naporu hydrodynamicznego; siły tarcia ziaren o płytę. Rozdział ziaren na płytach przesiewacza wibracyjnego jest pierwszym etapem separacji, gdzie nadawa jest rozdzielana na frakcje o różnej koncentracji materiału.

Zbiornik zasypowy, podawacz rurowo-członowy oraz dwupokładowy przesiewacz wibracyjny są ze sobą zintegrowane jako jedno zintegrowane urządzenie.

W dole przesiewacza znajduje się wanna gromadząca wodę wraz z frakcją ziarnową o wielkości ziarna poniżej 5 mm, tj. tą, która przeszła przez obydwa pokłady przesiewacza. Frakcja ziarnowa wraz z wodą odprowadzana jest do płuczki bębnowej poprzez rurociąg zaopatrzony w pompę szlamową. Wykorzystanie pompy szlamowej powoduje, że podczas procesu przemieszczania w rurociągu ziarenka glaukonitu ocierają się o siebie, co sprzyja ich dalszemu oczyszczaniu.

Pozostające na sitach frakcje o wielkości ziarna powyżej 5 mm siłą grawitacji opadają na przenośnik taśmowy, którym kierowane są do płuczki bębnowej z prędkością 1,5 m/s, celem dokładnego rozmycia nadawy.

Należy podkreślić, że wstępna obróbka nadawy glaukonitowej związana jest ze strukturą ziaren glaukonitu. W trakcie badań laboratoryjnych okazało się bowiem, że naturalny glaukonit zawiera znaczne ilości zanieczyszczeń gliniasto-ilastych, tj. ziarna glaukonitu wykazują znaczne obtoczenie materiałem ilastym. Z tych też powodów konieczne jest zastosowanie metody polegającej na intensywniejszym mieszaniu nadawy w środowisku wodnym. Do tego celu służy według wynalazku płuczka bębnowa, w której następuje proces rozcierania większych fragmentów w bębnie, celem osiągnięcia płynnej konsystencji nadawy. Jednostajne podawanie wody w ilości 1,2–1,5 m³ na tonę podawanego produktu oraz wbudowane wewnątrz płuczki łopaty poliuretanowe oraz powolny ruch obrotowy bębna, wynoszący 10 obrotów/min, pozwalają na stopniowe rozmywanie nadawy i przetworzenie do frakcji, która kolejno zostanie podana na końcowy przesiewacz eliptyczny do dalszej separacji i domywania. Ilość obrotów bębna została określona w wyniku szeregu badań półtechnicznych, gdzie okazało się, że najlepsze efekty rozmycia ziaren do określonej wielkości uzyskuje się właśnie przy pracy bębna 10 obrotów/min. W płuczce bębnowej płukany surowiec jest przesuwany w obracającym się bębnie i przemywany przez wodę przepływającą w kierunku przeciwnym do ruchu nadawy. Łopaty poliuretanowe służą do lepszego mieszania nadawy. W czasie obrotów łopat następuje ocieranie ziaren zanieczyszczeń oraz transport materiału wzdłuż koryta płuczki. Przed końcem koryta znajduje się otwór, przez który następuje wysyp wypłukanego kruszywa. Wzdłuż koryta płuczki zainstalowane są natryski wodne, splukujące rozmyty materiał ilowy z powierzchni ziaren. Koryto płuczki nachylone jest pod kątem 8–10 stopni, a poziom wody jest w nim tak ustalony, aby nie przelewała się ona przez otwór wylotu oczyszczonej nadawy. Woda wraz z zanieczyszczeniami, tzw. pulpa wodno-piaskowa, opuszcza płuczkę przez regulowane otwory przelewowe w tylnej ścianie koryta.

W procesie rozmywania nadawy w płuczce bębnowej otrzymuje się materiał o uziarnieniu bliskim 2 mm.

Kolejno, oczyszczona nadawa kierowana jest do procesu separacji ziarnowej z wykorzystaniem trzypokładowego przesiewacza wibracyjnego o ruchu eliptycznym 1:3, zapewniającym wysoką skuteczność przy odsiewie materiałów trudnych, mających tendencję do zaklejania sit. Trzypokładowy przesiewacz wibracyjny pracuje pod nachyleniem 5 stopni. Na każdym pokładzie przesiewacza znajdują się dysze zraszające nadawę pod wysokim ciśnieniem wody, wynoszących od 3 do 4 bar. Górny pokład przesiewacza zaopatrzony jest w sito poliuretanowe zwane sitem odciążającym, o wielkości oczka 2 mm. Jeżeli w wyniku procesu rozmywania nadawy w płuczce bębnowej pozostają ziarna o wielkości wyższej niż 2 mm, kieruje się je na pryzmę, z której po odpowiednim nagromadzeniu się surowca jest on podawany z powrotem na początek układu do ponownego wypłukania i wyczyszczenia.

Środkowy pokład przesiewacza zaopatrzony jest w sita poliuretanowe o wielkości oczka 1 mm. Frakcja pozostająca na sicie o uziarnieniu 1–2 mm jest zsysem kierowana na zakrężny przenośnik taśmowy, którym odprowadzana jest na miejsce składowania, tzw. pryzmę. Podobnie frakcja o uziarnieniu powyżej 2 mm, jeżeli wystąpi, także będzie kierowana na pryzmę z wykorzystaniem zakrężnego przenośnika taśmowego, by po zgromadzeniu odpowiedniej ilości surowca na pryzmach, zostać skierowana na początek układu, do ponownego wyflukania i wyczyszczenia.

Frakcja, która przechodzi przez otwór sita pokładu środkowego to frakcja o uziarnieniu poniżej 1 mm. Trafia ona na dolny pokład przesiewacza z sitem o wielkości oczka 0,5 mm.

W wyniku etapu separacji z wykorzystaniem przesiewacza wibracyjnego trzypokładowego, prócz frakcji powyżej 2 mm kierowanych na pryzmę, otrzymuje się więc frakcje o uziarnieniu mniejszym niż 0,5 mm, frakcje o uziarnieniu 0,5–1 mm oraz frakcje o uziarnieniu 1–2 mm.

W zależności od założonego profilu produkcji, obydwie frakcje o uziarnieniu poniżej 1 mm lub tylko frakcję o uziarnieniu 0,5–1 mm, wykorzystuje się do wytwarzania nawozów mineralnych lub poprawszaczy glebowych.

Frakcja o uziarnieniu do 0,5 mm lub obie frakcje, tj. frakcja o uziarnieniu 0,5–1 mm oraz frakcja o uziarnieniu do 0,5 mm, wraz z wodą spływają grawitacyjnie do wanny hydrocyklonu, skąd przepompowuje się je do hydrocyklonu w celu dalszej separacji frakcyjnej i wstępnego odwodnienia. Jeżeli do hydrocyklonu podawana jest tylko frakcja o uziarnieniu do 0,5 mm, frakcję o uziarnieniu 0,5–1 mm, za pomocą zakrężnego przenośnika taśmowego kieruje się na pryzmę.

Do hydrocyklonu frakcje podawane są stycznie pod ciśnieniem dyszą wlotową znajdującą się na górze hydrocyklonu. Po przejściu zawiesiny przez część cylindryczną hydrocyklonu, w części stożkowej następuje zmiana kierunku ruchu strug znajdujących się bliżej osi hydrocyklonu. Drobniejsze cząstki, tzw. frakcja lekka jest odbierana przez dyszę przelewową. Po odseparowaniu części frakcji o uziarnieniu do 0,063 mm, która wraz z wodą zostaje kolejno skierowana do multihydrocyklonu, frakcje o większym uziarnieniu przesuwają się w stronę stożkowej części urządzenia i opadają na sito odwadniające o wielkości oczek 0,5 mm, zaopatrzone w poliuretanowe panele modułowe oraz wymienne poliuretanowe wyłożenie boków sita i pokrycie antyrozbyrgowe z tyłu sita. Na sicie pozostają frakcje o uziarnieniu 0,063–1 mm lub frakcje, które są odbierane pod sitem odwadniającym o uziarnieniu 0,063–0,5 mm.

Frakcja o uziarnieniu 0,063–1 mm oraz frakcja o uziarnieniu 0,063–0,5 mm w celu dalszego usunięcia nadmiaru wody, poprzez przesiewacz odwadniający zainstalowany pod hydrocyklonem, zsysem trafiają na zakrężny przenośnik taśmowy (zwany przenośnikiem pryzmującym) i kierowane jest do składowania na pryzmach, przy czym zastosowanie przenośnika zakrężnego umożliwi zmagazynowanie znacznej ilości wyflukanego produktu bez konieczności angażowania dodatkowej ładowarki do obsługi pryzmy, co oznacza, że umożliwi składowanie odwodnionej frakcji 0,063–0,5 mm na jednej części pryzmy, a frakcji 0,063–1 mm na drugiej części tak, aby obydwa produkty nie mieszały się.

Ze względu na charakterystyczną budowę ziarnową glaukonitu, w frakcjach cięższych zawsze będzie znajdowała się pewna część frakcji o uziarnieniu poniżej 0,063 mm.

W procesie separacji z użyciem hydrocyklonu średnie zużycie wody wynosi 4 m³ na tonę uszlachetnianej nadawy.

Frakcja 0,063–0,5 mm i frakcja 0,063–1 mm zawiera od 15 do 17% wody.

Frakcja o uziarnieniu poniżej 0,063 mm, jest poddawana dalszemu etapowi rozdziału faz ziarnowych w multihydrocyklonie. Proces ten służy wyseparowaniu koncentratu glaukonitowego o wielkości ziarna 0,035–0,063 mm oraz frakcji ilastych o uziarnieniu poniżej 0,035 mm, stanowiących osad odprowadzany do wyrobiska glaukonitu w celu rekultywacji złoża.

Frakcja o uziarnieniu 0,035–0,063 mm w postaci wyflukanej i odczyszczonej pulpy trafia zsysem na przesiewacz odwadniający wbudowany w multihydrocyklonie dla odciążenia nadmiaru wody, a następnie jest kierowana na przenośnik pryzmujący frakcję w zakresie 180 stopni ze względu na to, iż surowiec o tak drobnym uziarnieniu wymaga dłuższego okresu obsuszania. Rozległa pryzma umożliwia dłuższe schnięcie drobnego produktu, bez konieczności jego szybkiego odbioru przez ładowarkę i bez niepotrzebnych dodatkowych kosztów suszenia, wynikających z dużej, początkowej zawartości wody. Pryzmowane frakcje po kilkudniowym procesie obsuszania podlegają kolejno procesowi suszenia w suszarce obrotowej aż do osiągnięcia odpowiedniego poziomu wilgotności – max. 1%. W procesie suszenia w suszarce obrotowej poziom wilgotności mierzony jest automatycznie z użyciem sondy zabudowanej wewnątrz suszarki.

Na każdym etapie sposobu według wynalazku odbierane są frakcje, które podlegają przymowaniu. Przymowanie służy, jak wyżej wskazano, wstępnemu osuszeniu odebranych frakcji, które mogą być poddawane kolejno procesowi suszenia w suszarce obrotowej, przy czym procesowi suszenia podlegają frakcje o uziarnieniu 0,5–1 mm, 0–0,5 mm oraz frakcja o uziarnieniu 0,035–0,063 mm.

Po procesie suszenia frakcje podlegają procesowi granulowania. Z uwagi na to, że glaukonit jest minerałem o unikatowym składzie chemicznym i jest de facto naturalnym nawozem, do procesu granulowania dodaje się tylko wody do uzyskania wilgotności surowca przeznaczonego do granulacji w granicach 5–6%. Materiał przeznaczony do granulacji przygotowywany jest w zbiorniku buforowym, po czym jest kierowany do granulatora bębnowego, w którym pod wpływem wody następuje proces zbrylania drobnych cząstek w grudki (granulat) o założonej średnicy 3–5 mm. Surowy granulat podlega kolejno procesowi dosuszania z wykorzystaniem suszarki bębnowej do wilgotności 1%, przy czym wilgotność jest mierzona w sposób ciągły za pomocą sondy. Kolejno granulat poddany jest procesowi przesiewania na przesiewaczu wibracyjnym dwupokładowym o ziarnie podziałowym 3–5 mm, w celu odseparowania stłuczki o wielkości grudek poniżej 3 mm oraz granul ponadgabarytowych o wielkości grudek powyżej 5 mm. Wadliwy granulat jest zawracany do obiegu grudkowania, do deaglomeracji lub zbiornika znajdującego się przed mieszalnikiem. Surowy granulat o uziarnieniu 3–5 mm jest poddawany suszeniu, a następnie po schłodzeniu, kierowany jest do zbiornika maszyny pakującej.

Kolejnym etapem wzbogacania przed procesem granulacji jest separacja magnetyczna. W procesie separacji magnetycznej wykorzystuje się silne właściwości magnetyczne glaukonitu. Separacji magnetycznej poddaje się frakcje o uziarnieniu 0,035–0,063 mm oraz o uziarnieniu 0–0,5 mm, wysuszone w procesie suszenia do zawartości wilgoci max. 1%. Separację magnetyczną przeprowadza się w separatorze magnetycznym, np. płytowym lub bębnowym, gdzie frakcja o ww. wskazanym uziarnieniu ulega rozwarstwieniu na frakcję niemagnetyczną, słabo magnetyczną oraz magnetyczną. Jak wykazały przeprowadzone badania, frakcja magnetyczna to frakcja glaukonitowa, natomiast frakcja słabo magnetyczna zawiera ok. 18% glaukonitu, zaś frakcja niemagnetyczna to głównie kwarc.

Uśredniając, po przeprowadzonej separacji magnetycznej frakcje zawierające glaukonit stanowią około 30% obj. materiału poddanego procesowi separacji.

Po zakończeniu procesu separacji magnetycznej, frakcję magnetyczną i słabo magnetyczną kieruje się do zbiornika buforowego za pomocą podajnika wibracyjnego z przenośnikiem kubełkowym, celem jej zgromadzenia przed poddaniem procesowi granulacji.

W procesie wzbogacania glaukonitu według wynalazku można komponować różne produkty, przeznaczone dla określonego wykorzystania w określonej gałęzi przemysłu. Na przykład glaukonit o uziarnieniu do 1 mm, odpowiednio wysuszony i zgranulowany stanowi doskonały nawóz mineralny do wykorzystania w uprawie ekologicznej warzyw i owoców, natomiast nie granulowany glaukonit o uziarnieniu do 1 mm może być z powodzeniem stosowany jako polepszacz i spulchniacz gleby. Szczegółowe badania laboratoryjne przedstawiające udział minerałów w poszczególnych frakcjach wykazały, że wychody masowe i skład chemiczny po kilkuetapowej koncentracji glaukonitu wraz z separacją magnetyczną jest następujący:

K_2O – 8,3–8,5%; FeS_2 – 11,4–11,6%; S – 0,3–0,4%; SiO_2 – 34–35%

Badania wykazały także, że glaukonit prócz tego, że zawiera wiele składników odżywczych, które pozytywnie wpływają na porost roślin, to posiada także inne cechy ważne dla przemysłu rolniczego, bowiem powoli uwalnia składniki odżywcze, rozluźnia glebę gliniastą, utrzymuje wilgoć i stopniowo dostarcza roślinom potas niezbędny w procesie fotosyntezy.

Ponieważ najistotniejszym składnikiem nawozów mineralnych jest K_2O , zaś jego zawartość w mułku glaukonitowym jest najmniejsza, zasadne stało się uzupełnienie skoncentrowanego glaukonitu o ten minerał, poprzez dodatkowe uszlachetnienie skoncentrowanego glaukonitu głównie w związki potasowe. Liczne próby i badania dowiodły, że najlepszym dodatkiem zwiększającym zawartość potasu w podkoncentrowanym glaukonicie jest dodanie soli potasowych w postaci: KCl, K_3HPO_4 , oraz K_2SO_4 , które są powszechnie wykorzystywanymi związkami w nawożeniu roślin. Substancje te zastosowano z uwagi na ich specyfikę i oddziaływanie z roślinami, np.:

- KCl, stosuje się dla roślin, które nie przejawiają wrażliwości na nadmiar Cl,
- K_3HPO_4 , potas występuje w postaci siarczanu, a siarczany stosuje się dla wszystkich roślin,
- K_2SO_4 , fosforan potasu został wybrany ze względu na swoje właściwości wspomagające stabilizowanie, zagęszczenie, regulowanie kwasowości oraz wilgotności granulatu.

Jako nośnik wapnia i magnezu wykorzystano mączkę dolomitową. Wszystkie składniki podlegały homogenizacji celem otrzymania wzbogaconego nawozu mineralnego. Zawartości homogenizowanych składników:

glaukonit – 59,78–75% wagowych,
KCl – 10,87–12,5% wagowych,
K₃HPO₄ – 0,87–12,5% wagowych,
K₂SO₄ – do 5,43% wagowych,
mączka dolomitowa – do 13,4% wagowych.

Po zakończeniu procesu homogenizacji produkt poddano granulacji opisanym wyżej sposobem.

Istotne jest wskazanie, że glaukonit jako substancja ilasta posiada także szereg specyficznych właściwości powierzchniowych, jak właściwości sorpcyjne czy właściwości jonowymienne, dzięki którym może wychwytywać z roztworów wodnych zawarte w nich kationy. Badania wykazały, że glaukonit o uziarnieniu 0,035–0,063 mm oraz 0,063–0,5 mm jest doskonałym produktem do wytwarzania produktów wspomagających koagulację ścieków w procesie strącania wstępnego, wspomagających odwadnianie osadów ściekowych czy też redukcja metali ciężkich w osadach ściekowych.

Różne frakcje glaukonitowe, otrzymane w sposobie wzbogacania glaukonitu według wynalazku mają bardzo szerokie zastosowanie, np. glaukonit o uziarnieniu 0,035–0,063 mm oraz 0,063–0,5 mm jest doskonałym produktem do wytwarzania produktów wspomagających koagulację ścieków w procesie strącania wstępnego, wspomagających odwadnianie osadów ściekowych czy też redukcję metali ciężkich w osadach ściekowych, natomiast produkt o uziarnieniu do 1 mm, szczególnie o uziarnieniu 0,5–1 mm jest doskonałym środkiem polepszającym jakość gleby nawet w postaci sypkiej, a także jest doskonałym nawozem bioekologicznym, stosowanym do upraw ekologicznych, zaś po wzbogaceniu o rozpuszczalne postaci potasu, magnezu, żelaza – jest doskonałym nawozem do szerokiego zastosowania w rolnictwie, ogrodnictwie i leśnictwie.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony w przykładach wykonania.

Przykład 1

W zbiorniku zasypowym o pojemności kosza 5 m³ gromadzi się nadawę pobraną ze złoża glaukonitowego, którą zrasza się wodą, po czym nadawę skierowano do podawacza stalowo-członowego typu METSO AF5 zaopatrzonego w wannę gromadzącą wodę. Nadawa przechodziła przez podawacz stalowo-członowy i była zraszana wodą pod ciśnieniem 4 bary za pomocą dysz ustawionych pod różnymi kątami względem przesuwającej się nadawy, przy czym ilość wody wynosiła 0,45 m³ na każdą tonę nadawy. Po przejściu przez podawacz stalowo-członowy, nadawę skierowano do dwupokładowego przesiewacza wibracyjnego o ruchu kołowym (prod. MESTO, DE) pracującego pod nachyleniem 15 stopni, którego pokłady zawierają sita poliuretanowe, przy czym górny pokład przesiewacza zawiera sito o wielkości oczek od 30 do 50 mm, zaś dolny pokład w sito o wielkości oczek 5 mm. Nadawa z prędkością 0,3 m/s przemieszczała się w laminarium strumienia wody. Frakcja ziarnowa, która przeszła przez obydwa sita przesiewacza została zgromadzona wraz z wodą w wannie znajdującej się w dole przesiewacza, skąd poprzez rurociąg została skierowana do płuczki bębnowej typu METSO LD24-80, celem ponownego rozmycia. Frakcja ziarnowa o wielkości ziarna powyżej 5 mm siłą grawitacji opadała na przenośnik taśmowy, którym była kierowana także do płuczki bębnowej, zaopatrzonej w wewnętrzne łopaty umożliwiające lepsze rozmycie nadawy i której koryto nachylone jest pod kątem 10 stopni. Płuczka pracowała przy obrotach bębna 10 obrotów/min o kierunku przeciwnym do ruchu nadawy. Woda wraz z zanieczyszczeniami piaskowymi była grawitacyjnie usuwana przez otwory przelewowe w tylnej ścianie koryta, natomiast przez otwór usytuowany na końcu koryta następował wysyp wypłukanej nadawy o średnim uziarnieniu 2 mm, która była skierowana do procesu dalszej separacji (koncentracji ziarnowej) w trzypokładowym przesiewaczu wibracyjnym o ruchu eliptycznym np. METSO, ES203, pracującym pod nachyleniem 5 stopni. Dysze zraszające pokładów przesiewacza zraszały nadawę pod ciśnieniem wody 4 bar. Sita poliuretanowe pokładów przesiewacza miały odpowiednio wielkość oczek począwszy od sita pokładu górnego: 2 mm, 1 mm, 0,5 mm.

Frakcja pozostająca na środkowym sicie o uziarnieniu 1–2 mm oraz frakcja powyżej 2 mm pozostająca na górnym sicie była kierowana na pryzmę, gdzie została składowana w celu jej sukcesywnego dodawania do kosza zasypowego. Frakcja o uziarnieniu 0,5–1 mm oraz frakcja o uziarnieniu do 0,5 mm, wraz z wodą, spływały grawitacyjnie do wanny hydrocyklonu, skąd przepompowano je do hydrocyklonu CDE, EVO WASH 201 w celu dalszej separacji frakcyjnej i wstępnego odwodnienia.

Fracje o uziarnieniu poniżej 1 mm wykorzystuje się do wytwarzania nawozów mineralnych i poprawiaczy glebowych.

W hydrocyklonie oddzielono frakcję lekką o uziarnieniu do 0,063 mm oraz frakcję o uziarnieniu 0,063–1 mm odebraną na sicie o wielkości oczka 1 mm. Frakcję o uziarnieniu do 0,063 mm wraz z wodą skierowano do Multihydrocyklonu CDE, natomiast frakcja o uziarnieniu 0,063–1 mm w celu usunięcia nadmiaru wody, poprzez przesiewacz odwadniający zainstalowany pod hydrocyklonem, zsympem trafiła na przenośnik przymujący, skąd skierowano ją do składowania na przymach. Średnie zużycie wody wynosiło 4 m³ na tonę uszlachetnianej nadawy.

Odseparowane w Multihydrocyklonie frakcje ilaste o uziarnieniu poniżej 0,035 mm skierowano do wyrobiska glaukonitu w celu ich wykorzystania do rekultywacji złoża, zaś frakcja o uziarnieniu 0,035–0,063 mm trafiła zsympem na przesiewacz odwadniający Multihydrocyklonu celem odciążenia nadmiaru wody, po czym została skierowana na przymę za pomocą przenośnika przymującego frakcję w zakresie 180 stopni.

Przymowana frakcja o uziarnieniu 0–1 mm oraz frakcja o uziarnieniu 0,035–0,063 mm były ob-suszane przez 5 dni ze względu na sprzyjające warunki atmosferyczne, po czym frakcje skierowano do suszenia w suszarce obrotowej dwubiegunowej SOD -5D, zaopatrzonej w sondę do pomiaru wilgotności i suszono aż do osiągnięcia poziomu wilgotności 1%.

Wysuszone frakcje gromadzono w zbiorniku buforowym o poj. 10 m³, z którego skierowano je do procesu granulacji w granulatorze bębnowym z dozownikiem wody. Proces granulacji prowadzi się w warunkach udziału 6% objętościowej wody w stosunku do zawartości granulatora, w którym pod wpływem wody następował proces zbrylania drobnych cząstek w grudki o średnicy 3–5 mm.

Kolejno granulát poddano dosuszaniu, po czym skierowano na przesiewacz wibracyjny dwupokładowy o ziarnie podziałowym 3–5 mm, w celu odseparowania stłuczki o wielkości grudek poniżej 3 mm oraz granul nadgabarytowych o wielkości grudek powyżej 5 mm. Surowy granulát o uziarnieniu 3–5 mm jest poddawany suszeniu, a następnie po schłodzeniu, kierowany jest do zbiornika maszyny pakującej. Otrzymany granulát jest doskonałym, bioekologicznym materiałem przeznaczonym dla upraw ekologicznych, szczególnie warzyw i owoców.

Otrzymany w procesie glaukonit o uziarnieniu 0,035–0,063 mm oraz 0,063–0,5 mm jest doskonałym produktem do wytwarzania produktów wspomagających koagulację ścieków w procesie strącania wstępnego, wspomagających odwadnianie osadów ściekowych czy też redukcję metali ciężkich w osadach ściekowych.

Przykład 2

W zbiorniku zasypowym o pojemności kosza 5 m³ zgromadzono nadawę pobraną ze złoża glaukonitowego, którą zraszano wstępnie wodą, po czym nadawę skierowano do podawacza stalowo-członowego typu METSO AF5, zaopatrzonego w wannę gromadzącą wodę. Nadawa przechodziła przez podawacz stalowo-członowy, była zraszana wodą pod ciśnieniem 3,5 bar za pomocą dysz ustawionych pod różnymi kątami względem przesuwającej się nadawy, przy czym ilość wody wynosiła 5 m³ na każdą tonę nadawy. Po przejściu przez podawacz stalowo-członowy nadawę skierowano na dwupokładowy przesiewacz wibracyjny o ruchu kołowym (prod. MESTO, DE) pracujący pod nachyleniem 15 stopni, którego pokłady zawierały sita poliuretanowe o wielkości oczek, odpowiednio: górny pokład – sito o wielkości oczek od 30 do 50 mm; dolny pokład – sito o wielkości oczek 5 mm. Nadawa z prędkością 0,3 m/s przemieszczała się w laminarium strumienia wody. Frakcja ziarnowa, która przeszła przez obydwie sita przesiewacza gromadzi się wraz z wodą w wannie znajdującej się w dole przesiewacza, skąd poprzez rurociąg kierowana jest do płuczki bębnowej typu MESTO LD24-80, celem ponownego rozmycia. Frakcja ziarnowa o wielkości ziarna powyżej 5 mm siłą grawitacji opadała na przenośnik taśmowy, którym była kierowana także do płuczki bębnowej, zaopatrzonej w wewnętrzne łopaty umożliwiające lepsze rozmycie nadawy i której koryto nachylone jest pod kątem 10 stopni. Płuczka pracowała przy obrotach bębna 10 obrotów/min o kierunku przeciwnym do ruchu nadawy. Woda wraz z zanieczyszczeniami piaskowymi była grawitacyjnie usuwana przez otwory przelewowe w tylnej ścianie koryta, natomiast przez otwór usytuowany na końcu koryta następował wysyp wypływającej nadawy o średnim uziarnieniu 2 mm, która była skierowana do procesu dalszej separacji (koncentracji ziarnowej) w trzypokładowym przesiewaczu wibracyjnym o ruchu eliptycznym np. METSO, ES203, pracującym pod nachyleniem 5 stopni. Dysze zraszające pokładów przesiewacza zraszały nadawę pod ciśnieniem wody 3,5 bar. Sita poliuretanowe pokładów przesiewacza miały odpowiednio wielkość oczek począwszy od sita pokładu górnego: 2 mm, 1 mm, 0,5 mm.

Fracja pozostająca na środkowym sicie o uziarnieniu 1–2 mm oraz frakcja powyżej 2 mm, pozostająca na górnym sicie, była sukcesywnie dodawana do kosza zasypowego celem jej ponownego rozmycia. Frakcję o uziarnieniu 0,5–1 mm, powstałą na dolnym sicie skierowano za pomocą przenośnika przysmującego do składowania na przyzmach. Frakcję o uziarnieniu poniżej 0,5 mm wraz z wodą zgromadzoną w wannie przesiewacza skierowano do hydrocyklonu CDE, EVO WASH 201.

W hydrocyklonie wydzielono frakcję lekką o uziarnieniu do 0,063 mm, która wraz z wodą została kolejno skierowana do Multihydrocyklonu CDE, oraz frakcję o uziarnieniu 0,063–0,5 mm, która poprzez przesiewacz odwadniający zainstalowany pod hydrocyklonem, zsysem trafiła na przenośnik przysmujący i została skierowana do składowania na przyzmach.

Średnie zużycie wody wynosi, podobnie jak w przykładzie 1, 4 m³ na tonę uszlachetnianej nadawy.

Fracje zgromadzone na przyzmach wykorzystano później do wytwarzania nawozów mineralnych i polepszaczy glebowych.

W Multihydrocyklonie oddzielono frakcje ilaste o uziarnieniu poniżej 0,035 mm, które skierowano do wyrobiska glaukonitu w celu rekultywacji złoża oraz frakcję o uziarnieniu 0,035–0,063 mm, która zsysem trafiła na przesiewacz odwadniający Multihydrocyklonu i następnie została skierowana do dalszego procesu separacji z wykorzystaniem baterii 10 mini Multihydrocyklonów, w wyniku czego otrzymano frakcję o uziarnieniu 0,035–0,063 mm, którą kolejno poddano procesowi suszenia w suszarce obrotowej dwuobiegowej SOD -5D do zawartości wilgoci równiej 1%, a następnie separacji magnetycznej w separatorze magnetycznym bębnowym z trwałym magnesem Neoflux®, w wyniku czego otrzymano glaukonitową frakcję magnetyczną oraz słabo magnetyczną frakcję o zawartości do 20% obj. glaukonitu w łącznej ilości 30% wagowych.

Produkt magnetyczny po procesie separacji magnetycznej poddano procesowi granulacji, jak w przykładzie 1.

Glaukonit o uziarnieniu 0,035–0,063 mm oraz 0,063–0,5 mm jest doskonałym produktem do wytwarzania produktów wspomagających koagulację ścieków w procesie strącania wstępnego, wspomagających odwadnianie osadów ściekowych czy też redukcję metali ciężkich w osadach ściekowych.

Przykład 3

Wysuszoną frakcję glaukonitową o uziarnieniu 0,5–1 mm otrzymaną jak w przykładzie 2, w ilości 70% wagowych, miesza się z KCl w ilości 12% wagowych oraz 6,5% wagowych K₃HPO₄ i 1,5% wagowych K₂SO₄, a także mączką dolomitową w ilości 10% wagowych i całość poddaje się procesowi homogenizacji, po czym zhomogenizowany produkt poddaje się granulacji sposobem, jak w przykładzie 1. Otrzymuje się doskonały nawóz mineralny do szerokiego zastosowania w rolnictwie i ogrodnictwie.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wzbogacania glaukonitu z wykorzystaniem procesów separacji ziarnowej na przesiewaczach wibracyjnych, separacji hydraulicznej w hydrocyklonie oraz multihydrocyklonie oraz separacji magnetycznej, **znamienny tym**, że poszczególne etapy sposobu są następujące:
 - (1) zraszanie wodą w zbiorniku zasypowym, nadawy pobranej ze złoża glaukonitowego;
 - (2) wstępne rozmycie wodą nadawy za pomocą podawacza stałowo-członowego i skierowanie wstępnie rozmytej nadawy do separacji ziarnowej;
 - (3) separacja ziarnowa nadawy na mokro, z wykorzystaniem dwupokładowego przesiewacza wibracyjnego o ruchu kołowym i uzyskanie frakcji ziarnowych o wielkości ziarna powyżej 5 mm oraz o wielkości ziarna poniżej 5 mm;
 - (4) skierowanie frakcji o wielkości ziarna powyżej 5 mm do zbiornika zasypowego, natomiast frakcji o wielkości ziarna poniżej 5 mm do płuczki bębnowej;
 - (5) rozmycie frakcji o wielkości ziarna poniżej 5 mm w płuczce bębnowej przy jednostajnym podawaniu wody w ilości 1,2–1,5 m³/t oraz obrotach bębna wynoszących 10 obr./min i skierowanie rozmytej nadawy o wielkości ziarna bliskiej 2 mm do procesu separacji ziarnowej;
 - (6) separacja ziarnowa na mokro z wykorzystaniem trzypokładowego przesiewacza wibracyjnego o ruchu eliptycznym 1:3 i uzyskanie frakcji o wielkości ziaren: powyżej 2 mm; 1–2 mm; 0,5–1 mm oraz poniżej 0,5 mm;

- (7) skierowanie frakcji o wielkości ziarna powyżej 2 mm oraz 1–2 mm na pryzmę oraz skierowanie frakcji o wielkości ziarna 0,5–1 mm i poniżej 0,5 mm do hydrocyklonu lub skierowanie frakcji o wielkości ziarna powyżej 2 mm; 1–2 mm oraz 0,5–1 mm na pryzmę oraz skierowanie frakcji o wielkości ziarna poniżej 0,5 mm do hydrocyklonu;
 - (8) separacja ziarnowa i wstępne odwodnienie w hydrocyklonie i otrzymanie frakcji o wielkości ziarna 0,063–1 mm; 0,063–0,5 mm oraz do 0,063 mm;
 - (9) skierowanie frakcji o wielkości ziarna 0,063–1 mm; 0,063–0,5 mm na pryzmę oraz skierowanie frakcji o wielkości ziarna do 0,063 mm do multihydrocyklonu;
 - (10) separacja ziarnowa w multihydrocyklonie i otrzymanie frakcji o wielkości ziarna 0,035–0,063 mm oraz do 0,035 mm;
 - (11) skierowanie frakcji o wielkości ziarna do 0,035 mm do wyrobiska glaukonitu oraz frakcji o wielkości ziarna 0,035–0,063 mm na przenośnik pryzmujący frakcję w zakresie 180 stopni na pryzmę.
2. Sposób według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że wszystkie frakcje są pryzmowane oddzielnie.
 3. Sposób według zastrzeżenia 1 albo 2, **znamienny tym**, że składowane na pryzmach frakcje ziarnowe o wielkości ziarna 1–2 mm; 0,5–1 mm; 0,063–1 mm; 0,063–0,5 mm oraz 0,035–0,063 mm są poddawane procesowi suszenia do zawartości wilgoci nie wyższej niż 1%.
 4. Sposób według któregoś z powyższych zastrzeżeń od 1 do 3, **znamienny tym**, że frakcje o wielkości ziarna 0,035–0,063 oraz o wielkości ziarna 0–0,5 mm, po pryzmowaniu podlegają dalszemu suszeniu w suszarce obrotowej do zawartości wilgoci max. 1% i poddaje się je separacji magnetycznej.
 5. Sposób według zastrzeżenia 4, **znamienny tym**, że suszarka obrotowa zawiera wbudowaną sondę do automatycznego, ciągłego pomiaru wilgotności.
 6. Sposób według zastrzeżenia 4 lub 5, **znamienny tym**, że po procesie separacji magnetycznej otrzymuje się frakcję magnetyczną o zawartości glaukonitu 28–30% wagowych; frakcję słabo magnetyczną o zawartości glaukonitu ok. 18% wagowych oraz frakcję niemagnetyczną, stanowiącą zasadniczo kwarc.
 7. Sposób według któregoś z powyższych zastrzeżeń od 1 do 6, **znamienny tym**, że podawacz stalowo-członowy podaje nadawę z prędkością 0,05 m/s i nadawa jest zraszana wodą za pomocą dysz poliuretanowych i/lub gumowych, ustawionych pod różnymi kątami względem koryta podawacza.
 8. Sposób według któregoś z powyższych zastrzeżeń od 1 do 7, **znamienny tym**, że dwupokładowy przesiewacz wibracyjny o ruchu kołowym pracuje pod nachyleniem 15 stopni; frakcje ziarnowe są zraszane wodą za pomocą dysz zraszających podających wodę pod ciśnieniem 3–4 bar; sita górnego pokładu mają wielkość oczka 30–50 mm, a sita dolnego pokładu mają wielkość oczka 5 mm.
 9. Sposób według któregoś z powyższych zastrzeżeń od 1 do 8, **znamienny tym**, że frakcja ziarnowa poniżej 5 mm jest przekazywana do płuczki bębnowej z prędkością 1,5 m/s za pomocą przenośnika taśmowego z prędkością 1,5 m/s.
 10. Sposób według któregoś z powyższych zastrzeżeń od 1 do 9, **znamienny tym**, że ruch obrotowy płuczki bębnowej wynosi 10 obrotów/min, natomiast woda jest podawana w ilości 1,2–1,5 m³/t podawanego produktu, zaś koryto płuczki nachylone jest pod kątem 8–10 stopni.
 11. Sposób według któregoś z powyższych zastrzeżeń od 1 do 10, **znamienny tym**, że trzypokładowy przesiewacz wibracyjny o ruchu eliptycznym pracuje pod nachyleniem 5 stopni, zaś frakcje ziarnowe są zraszane wodą za pomocą dysz zraszających podających wodę pod ciśnieniem 3–4 bar; sita górnego pokładu mają wielkość oczka 2 mm; sita środkowego pokładu mają wielkość oczka 1 mm, a sita dolnego pokładu mają wielkość oczka 0,5 mm.
 12. Sposób według któregoś z powyższych zastrzeżeń od 1 do 11, **znamienny tym**, że hydrocyklon zawiera sito odwadniające o wielkości oczek 0,5 mm, zaopatrzone w poliuretanowe panele modułowe oraz wymienne poliuretanowe wyłożenie boków sita, a także pokrycie antyrozbrzygowe z tyłu sita.
 13. Sposób według któregoś z powyższych zastrzeżeń od 1 do 12, **znamienny tym**, że frakcję glaukonitową o uziarnieniu 0,5–1 mm w ilości 59,78–75% wagowych, wysuszoną do zawartości 1% wilgotności, miesza się z KCl w ilości 10,87–12,5% wagowych, K₃HPO₄

- w ilości 0,87–12,5% wagowych, K_2SO_4 w ilości do 5,43% wagowych oraz mączką dolomitową w ilości do 13,4% wagowych i otrzymuje się wzbogaconą mieszankę glaukonitową.
14. Sposób według zastrzeżenia 13, **znamienny tym**, że wzbogaconą mieszankę glaukonitową poddaje się procesowi granulacji.
 15. Sposób według któregośkolwiek z powyższych zastrzeżeń od 1 do 12, **znamienny tym**, że frakcje o wielkości ziarna 1–2 mm; 0,5–1 mm, 0,063–1 mm, 0,063–0,5 mm oraz 0,035–0,063 mm poddaje się procesowi granulacji w granulatorze bębnowym po uprzednim zwilżeniu materiału wodą do uzyskania wilgotności 5–6%.
 16. Sposób według zastrzeżenia 15, **znamienny tym**, że otrzymany granulát ma wielkość granulek 3–5 mm.