



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(21) Numer zgłoszenia: **423929**

(22) Data zgłoszenia: **18.12.2017**

(51) Int. Cl.

C04B 28/24 (2006.01)

C04B 28/02 (2006.01)

C04B 111/27 (2006.01)

(54) **Spoiwo iłowo – cementowe o podwyższonej odporności na przesuszanie**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

01.07.2019 BUP 14/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

06.09.2021 WUP 23/21

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL**

**PRZEDSIĘBIORSTWO ROBÓT
GEOLOGICZNO-WIERTNICZYCH GRAŻYNA
JANIK, ROMAN KUŚ SPÓŁKA JAWNA,
Sławków, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

PIOTR IZAK, Kraków, PL

ŁUKASZ WÓJCIK, Bytom, PL

MARCIN GAJEK, Kraków, PL

**JOANNA MASTALSKA-POPŁAWSKA,
Łaszczów, PL**

AGATA STEMPOWSKA, Kraków, PL

EWA LITWINEK, Bochnia, PL

ROMAN KUŚ, Sławków, PL

GRAŻYNA JANIK, Sławków, PL

MATEUSZ KUŚ, Sławków, PL

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest spoiwo iłowo-cementowe o podwyższonej odporności na przesuszanie, przeznaczone zwłaszcza do uszczelniania wałów przeciwpowodziowych i składowisk odpadów.

Do uszczelniania wałów przeciwpowodziowych najczęściej stosuje się zaczyny uszczelniające, które wprowadza się w konstrukcję wału za pomocą różnych technik wiertniczych, umożliwiających utworzenie w przekroju wału szczelnej przegrody hydroizolacyjnej, bądź wypełnienie występujących w nich spękań i ubytków. Ma to na celu przywrócenie szczelności poprzez likwidację tzw. przesiąków, przez co głównym czynnikiem decydującym o przydatności materiału użytego do wykonania przesłony jest jego zdolność do zatrzymywania wody, określana jest za pomocą współczynnika filtracji „k”, którego wartość powinna być mniejsza od $1 \cdot 10^{-8}$ m/s. Poniżej tej wartości materiał uważa się za nieprzepuszczalny dla wody.

Zawiesiny uszczelniające i wzmacniające sporządza się na bazie różnych materiałów. Stosuje się żele szkła wodnego, żywice organiczne, jednak najczęściej stosowane są zawiesiny iłowe z dodatkiem cementu, których właściwości są modyfikowane różnymi dodatkami.

Znane są m.in. z publikacji Z. Kledyński, P. Falaciński, A. Machowska pt.: „Odpadowe materiały mineralne w przegrodach przeciwfiltracyjnych, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne, 6(15) 2007, zawiesiny cementowo-bentonitowo-wodne z dodatkami takimi jak np. popioły lotne, żużle wielkopiecowe, czy też mączka wapienna.

W opisie patentowym US4540316 A ujawniono kompozycję do wzmacniania miękkiego gruntu, zawierającą następujące składniki: cement-bentonit-wodę w proporcjach 1,0 : 0,1 - 2,0 : 1,0 - 3,5 : 0,5 - 2,0 oraz składnik zawierający osobno lub w mieszaninie: popioły wulkaniczne, odpady drewna w postaci proszku, odpady tworzyw sztucznych w postaci proszku, popioły węglowe z elektrowni termoelektrycznych lub korzystnie kompozycja zawiera piasek.

Z opisu patentowego PL174766 B1 znany jest środek uszczelniający do tworzenia przesłon hydroizolacyjnych, mający postać roztworu na bazie glin polimineralnych, który stanowi gliniasto-cementowy roztwór zawierający 19–43% gliny, w której składzie mineralnym znajduje się kaolinit, hydromika, kwarc oraz zawierający 6–15% cementu i/lub tlenku magnezowego, a jako uzupełnienie do 100% wodę i/lub naturalną solankę.

Zgłoszenie patentowe DE3632247 A1 dotyczy zawiesiny twardniejącej przeznaczonej do wypełniania wydrążonych ubytków poprzez iniekcję i do stabilizacji gruntu. Zawiesina zawiera na 1 m³ mieszaniny 300–500 kg cementu, 15–150 kg gliny lub iłu i/lub 200–400 kg piasku, w razie potrzeby 20–150 kg bentonitu oraz 50–200 litrów 25–30% roztworu nadtlenu, korzystnie nadtlenek wodoru lub nadtlenek baru lub aktywowany bentonit sodowy. Nadtlenek miesza się w pierwszym etapie z wodą lub jej częścią, a następnie dodaje się pozostałe składniki.

Na rynku występuje również szereg gotowych mieszanek dopuszczonych do użycia stosowną aprobatą techniczną np. roztwór hydroizolacyjny na bazie glin polimineralnych, posiadający aprobatę techniczną AT/18-2002-0011-00-1MUZ. Roztwór składa się z 19–43% wagowych gliny, 6–15% wagowych cementu portlandzkiego, hutniczego lub specjalnego (w zależności od chemizmu wód podziemnych), 0,5–1% wagowego szkła wodnego sodowego oraz wody technologicznej, jako uzupełnienie do 100% wagowych. Inna aprobatą techniczną AT/18-2013/0060-00 wydana jest dla mieszanek Spoimax DSM i Spoimax MIX, które zawierają cement w ilości 10–60% wagowych, bentonit w ilości 3–25% wagowych i mączkę wapienną w ilości 20–40% wagowych.

Interesującą alternatywą dla mieszanek bentonitowych są mieszaniny iłowo-cementowe. Mogą one konkurować z nimi pod względem osiąganych parametrów, przy jednoczesnej znacznej redukcji kosztów wytwarzania, głównie związanej z eliminacją drogiego bentonitu oraz aspektami logistycznymi.

W publikacji Ł. Wójcik Ł., P. Izak, R. Kuś pt. „Uszczelniające spoiwa iłowo-cementowe – mikrostruktura i właściwości”, Sympozjum europejskie: Współczesne problemy ochrony przeciwpowodziowej, Paris – Orléans 28–30 marca 2012 przedstawiono badania dla spoiw iłowo-cementowych sporządzonych w laboratorium z wykorzystaniem surowców ilastych, cementu portlandzkiego i szkła wodnego jako modyfikatora. Badania te potwierdziły, że spoiwa iłowo-cementowe na bazie iłów polimineralnych, osiągają porównywalne parametry filtracyjne i wytrzymałościowe do innych mieszanek dostępnych na rynku, przy jednoczesnym znacznym ograniczeniu kosztów wytwarzania.

Przegrody hydroizolacyjne stosowane do poprawy szczelności wałów przeciwpowodziowych, czy też składowisk odpadów, są narażone na zmiany wilgotności spowodowane podnoszeniem się i opadaniem poziomu wód. Prowadzi to do okresowego przesuszania korony wału lub składowiska i może

powodować pogorszenie parametrów przeciwfiltracyjnych i wytrzymałościowych spoiwa stosowanego do ich uszczelnienia.

Spoiwo iłowo-cementowe o podwyższonej odporności na przesuszanie, według niniejszego wynalazku, zawierające skały ilaste, cement w ilości 5–20% oraz wodę jako uzupełnienie do 100% wagowych, charakteryzuje się tym, że zawiera skały ilaste w ilości 35–60% wagowych, składające się z 30–60% wagowych kwarcu oraz 40–70% wagowych minerałów ilastych wybranych z grupy obejmującej 5–15% wagowych illitu, 10–20% wagowych skalenia, 5–15% wagowych kaolinitu, 20–40% wagowych smektytu i 1–5% wagowych kalcytu.

Korzystnie, spoiwo zawiera skały ilaste składające się z 32% wagowych kwarcu, 10% wagowych illitu, 15% wagowych skalenia, 10% wagowych kaolinitu, 30% wagowych smektytu i 3% wagowych kalcytu.

Spoiwo iłowo-cementowe według wynalazku wykazuje podwyższoną odporność na wysuszenie i zmiany wilgotności związane z okresowym przesuszaniem wału, które to warunki w niewielkim stopniu wpływają na właściwości uszczelniające tego spoiwa. Kompozycja składników mineralnych, według niniejszego wynalazku, umożliwia sporządzenie spoiwa hydroizolacyjnego o znacznie powiększonej koncentracji cząstek stałych (około 40–50% wagowych), co niweluje negatywny wpływ procesu przesuszania na właściwości użytkowe tych spoiw. Zastosowanie zaproponowanego składu spoiwa umożliwia sporządzanie spoiw o gęstości pozornej na poziomie 1,35–1,55 g/cm³ i o współczynniku filtracji na poziomie $5 \cdot 10^{-10}$ – $8 \cdot 10^{-11}$ m/s oraz które charakteryzują się równowagowym naprężeniem ścinającym w zakresie 15–30 Pa. Dzięki temu spoiwo według wynalazku jest łatwe do przepompowywania i aplikacji.

Spoiwo po przesuszeniu do 75% wykazuje współczynnik filtracji $4 \cdot 10^{-9}$ – $1 \cdot 10^{-10}$ m/s i wytrzymałość na ściskanie jednoosiowe 1,4 do 4,8 MPa. Wielkości te znajdują się znacznie poniżej granicznej wartości współczynnika filtracji ($1 \cdot 10^{-8}$ m/s), która jest uważana za kryterium szczelności hydroizolacyjnej przesłony.

Spoiwo, według wynalazku zilustrowano poniżej praktycznymi przykładami wykonania.

Przykład 1

Spoiwo iłowo-cementowe o podwyższonej odporności na przesuszanie składa się z:

- 20% wagowych cementu portlandzkiego,
- 37% wagowych rozdrobnionych do 5 µm cząstek skał ilastych pochodzących ze złoża znajdującego się w Koniecpolu, składających się z 32% wagowych kwarcu, 10% wagowych illitu,
- 15% wagowych skalenia, 10% wagowych kaolinitu, 30% wagowych smektytu i 3% wagowych kalcytu,
- 43% wody.

Po wymieszaniu składników, zawieszinę o gęstości 1,45 g/cm³ podaje się do zbiornika, skąd pompami zatłacza się do miejsca wytwarzania przesłony hydroizolacyjnej w obrębie obiektu hydrotechnicznego – wału przeciwpowodziowego, metodą vibracyjnie iniekowanej przegrody szczelinowej WIPS.

Spoiwo iłowo-cementowe wykazuje równowagowe naprężenie ścinające na poziomie 25 Pa oraz współczynnik filtracji po stwardnieniu na poziomie $4 \cdot 10^{-10}$ m/s. Natomiast po przesuszeniu do 75% wykazuje współczynnik filtracji na poziomie $1,8 \cdot 10^{-9}$ m/s. Obserwowane nieznaczne pogorszenie właściwości filtracyjnych poprzez wzrost wartości współczynnika filtracji, nie wpływa w sposób znaczący na właściwości przeciwfiltracyjne spoiwa. Współczynnik filtracji jest mniejszy niż $1 \cdot 10^{-8}$ m/s, a spoiwo spełnia warunek szczelności.

Przykład 2

Spoiwo iłowo-cementowe o podwyższonej odporności na przesuszanie składa się z:

- 10% wagowych cementu portlandzkiego,
- 48% wagowych rozdrobnionych do 5 µm cząstek skał ilastych pochodzących ze złoża znajdującego się w Koniecpolu, składających się z 32% wagowych kwarcu, 10% wagowych illitu, 15% wagowych skalenia, 10% wagowych kaolinitu, 30% wagowych smektytu i 3% wagowych kalcytu,
- 42% wody.

Po wymieszaniu składników, zawieszinę o gęstości 1,55 g/cm³ podaje się do zbiornika, skąd pompami tłoczy się na miejsce aplikacji – do składowiska opadów, w celu jego uszczelnienia.

Spoiwo iłowo-cementowe wykazuje równowagowe naprężenie ścinające na poziomie 40 Pa co pozwala na jego swobodne przetłaczanie i aplikację. Współczynnik filtracji sporządzonego spoiwa po

stwardnieniu, kształtuje się na poziomie $3,1 \cdot 10^{-10}$ m/s. Po przesuszeniu do 75% spoiwo wykazuje współczynnik filtracji na poziomie $3,8 \cdot 10^{-10}$ m/s.

Obserwowane nieznaczne pogorszenie właściwości filtracyjnych poprzez wzrost wartości współczynnika filtracji, nie wpływa w sposób znaczący na właściwości przeciwnfiltracyjne spoiwa.

Współczynnik filtracji jest mniejszy niż $1 \cdot 10^{-8}$ m/s, a spoiwo spełnia warunek szczelności.

Zastrzeżenia patentowe

1. Spoiwo iłowo-cementowe o podwyższonej odporności na przesuszanie, zawierające skały ilaste, cement w ilości 5–20% oraz wodę jako uzupełnienie do 100% wagowych, **znamienne tym**, że zawiera skały ilaste w ilości 35–60% wagowych, składające się z 30–60% wagowych kwarcu oraz 40–70% wagowych minerałów ilastych wybranych z grupy obejmującej 5–15% wagowych illitu, 10–20% wagowych skalenia, 5–15% wagowych kaolinitu, 20–40% wagowych smektytu i 1–5% wagowych kalcytu.
2. Spoiwo, według zastrz. 1, **znamienne tym**, że zawiera skały ilaste składające się z 32% wagowych kwarcu, 10% wagowych illitu, 15% wagowych skalenia, 10% wagowych kaolinitu, 30% wagowych smektytu i 3% wagowych kalcytu.