



## Bariera uszczelniająca i sposób uszczelniania podłoża z wykorzystaniem odpadów wydobywczych

Przedmiotem wynalazku jest bariera uszczelniająca i sposób uszczelniania podłoża z wykorzystaniem odpadów wydobywczych. Uszczelnianie podłoża według wynalazku ma zastosowanie zwłaszcza przy budowie składowisk odpadów wydobywczych i komunalnych.

Powłoka uszczelniająca i sposób jej wykonania na składowiskach odpadów przedstawione są w opisie zgłoszenia patentowego [PL348093A1](#). Powłokę uszczelniającą tworzą dwie warstwy geowłókniny lub geokompozytu, których pasma w tych warstwach są poprzecznie ułożone względem siebie, a w danej warstwie sąsiadujące pasma są ułożone na styk wzdłuż ich dłuższych boków i na zakładkę na krótszych bokach. Pomiędzy warstwami geowłókniny lub geokompozytu znajduje się izolacja z masy bitumicznej.

Z opisu zgłoszenia patentowego [PL344759A1](#) znany jest sposób uszczelniania składowisk odpadów przemysłowych lub komunalnych, który polega na tym, że znajdujące się w niecce utwardzone ziemne podłoże pokrywa się izolacyjną warstwą mułu węglowego o grubości od 0,5 m do 1,5 m, a na nią nakłada się naprzemiennie warstwy odpadów przemysłowych lub komunalnych oraz warstwy mułu węglowego.

Nieckę składowiska odpadów, w której znajduje się wielowarstwowa izolacja przedstawia opis zgłoszenia patentowego [DE10337375A1](#). Podłoże niecki pokrywa się co najmniej dwiema wodoodpornymi warstwami z ceramicznym środkiem wiążącym i co najmniej jedną wodoszczelną warstwą folii z tworzywa sztucznego. Dodatkowo izolacja zawiera co najmniej jedną warstwę filtracyjną do odprowadzania wód opadowych.

Modułową konstrukcję składowiska odpadów składającą się z warstw rekultywacyjnych, z warstw składowanych odpadów i z warstw izolacyjnych, a także z drenaży odcieków i przewodów odprowadzających gazy przedstawia opis zgłoszenia patentowego [PL314597A1](#).

W opisie zgłoszenia patentowego [PL290249A1](#) ujawniona jest struktura nieprzepuszczalnego ekranu na składowisku odpadów, którego głównym komponentem są popioły lotne.

Sposób uszczelniania podłoża na odkrytym składowisku odpadów komunalnych lub przemysłowych, w którym wykorzystywane są popioły lotne przedstawiony jest również w opisie patentowym [PL200216B1](#). Podłoże składowiska wielokrotnie pokrywa się gęstą wodną zawiesiną popiołów lotnych wytwarzanych w kotłach pyłowych podczas spalania węgla kamiennych. Do zawiesiny popiołów lotnych dodaje się cement hutniczy, cement portlandzki lub mielone wapno palone.

Podobne sposoby uszczelniania podłoża na otwartych składowiskach odpadów przedstawione są w opisach patentowych [PL174532B1](#), [PL170766B1](#) i [PL209589B1](#). W sposobach tych wykorzystuje się plastyczną masę powstałą po sezonowaniu zawiesiny popiołów lotnych albo popiołów lotnych z dodatkiem gliny lub iłu, albo popiołów lotnych z dodatkiem cementu portlandzkiego, którą poddaje się mechanicznemu zagęszczaniu. Stosowaną zawiesinę popiołów lotnych i cementu portlandzkiego po stwardnieniu pokrywa się warstwą dyspersji kopolimeru winylowo-maleinowego z dodatkiem diamidu kwasu węglowego.

Warstwy izolacyjne z popiołów lotnych wykorzystywane są także w sposobie wykonania czaszy składowiska odpadów ujawnionym w opisie patentowym [PL169925B1](#), a także w sposobie uszczelniania składowiska materiałów odpadowych przedstawionym w opisie patentowym [PL178282B1](#). W tym ostatnim powierzchnię składowiska materiałów odpadowych pokrywa się płynną samozestalającą się masą, która składa się między innymi z popiołów lotnych, glinki oraz spoiwa hydraulicznego i rozwłóknionej masy papierniczej. Spoiwem hydraulicznym może być cement, wapno gaszone lub gips.

5 Z opisu patentowego [PL165478B1](#) znany jest sposób uszczelniania piaszczystych podłoży, zwłaszcza przeznaczonych na składowiska odpadów komunalnych i przemysłowych. Sposób polega na tym, że na podłożu składowiska naprzemiennie układa się warstwy zagęszczonego piasku lub innego materiału separacyjno-nośnego oraz stabilizowanej gytii, którą stosuje się w postaci gęstej wodnej zawiesiny.

10 Sposób izolowania zbiorników na odpady niebezpieczne dla środowiska, w którym stosuje się wykonaną z minerałów ilastych przesłonę odgradzającą dno i ściany boczne zbiorników przedstawiony jest w opisie patentowym [PL220655B1](#).

Sposób budowy podłoża na składowisku odpadów powęglowych ujawniony jest w opisie zgłoszenia patentowego [PL304101A1](#). W tym sposobie podłoże składowiska wykonuje się w z kilku warstw odpadów powęglowych o różnej granulacji, które nasycy się spoiwem krzemianowym. Dodatkowo wytworzoną barierę zrasza się wodnym roztworem chlorku amonu, a po utwardzeniu pokrywa się ją wierzchnią warstwą izolacyjną.

20 Z opisu zgłoszenia patentowego [PL316091A1](#) znany jest sposób izolowania składowiska odpadów od czynników atmosferycznych. Sposób ten polega na pokryciu składowiska trzema warstwami, z których pierwsza jest mieszaniną odpadów tego składowiska i substancji zawierających wapno odpadowe lub dolomit, drugą stanowi wapno, a trzecia warstwa jest mieszaniną wapna odpadowego i osadów ściekowych.

Sposób uszczelniania składowisk stałych odpadów komunalnych trójwarstwową izolacją, na którą składa się folia PCV, lepek asfaltowy i materiał podłoża składowiska przedstawiony jest w opisie zgłoszenia patentowego [PL289521A1](#).

30 Sposób budowy składowisk dla odpadów niebezpiecznych zawierających metale ciężkie ujawniony jest w opisie patentowym [PL186766B1](#). Sposób polega na tym, że wytwarza się fizykochemicznie aktywne podłoże wiążące jony uwalnianych metali składające się z odpadów zawierających co najmniej 50% wagowych węglanu wapnia, na przykład dolomitowych odpadów poflotacyjnych rud Zn-Pb.

35 Strukturę izolacyjnych warstw pokrywających składowisko odpadów tworzonych przez warstwę profilującą i wyrównującą, warstwę uszczelniającą, warstwę drenażową, geowłókninę odporną na filtrowanie i warstwę gleby prezentuje opis zgłoszenia patentowego [EP1543890A1](#).

Z opisu zgłoszenia wzoru użytkowego [CN201785778U](#) znana jest konstrukcja powłoki izolującej składowisko odpadów, która składa się z nieprzepuszczalnej membrany HDPE z polietylenu o dużej gęstości rozłożonej na wodoodpornej warstwie amortyzującej z bentonitu sodowego GCL.

Strukturę warstw zabezpieczających przed przenikaniem odcieków ze składowiska odpadów do gruntu ujawnia opis zgłoszenia wzoru użytkowego CN201554044U. Zastosowane są dwie warstwy z geomembrany HDPE, pomiędzy którymi ułożona jest sieć drenażu wykonanego z geokompozytu, przy czym główny odciek odprowadzany jest nad górną geomembraną.

5 Opis zgłoszenia patentowego CN109403388A ujawnia konstrukcję kotwiącą membrany HDPE na składowisku odpadów sanitarnych oraz sposób mocowania konstrukcji kotwiącej. Wykorzystywana jest przy tym membrana geotechniczna rozłożona na zagęszczonej warstwie gliny na podłożu składowiska, a na górnej powierzchni membrany przymocowana jest szczelnie tkanina geotechniczna.

10 Konstrukcję uszczelniającą składowisko odpadów składającą się z nieprzepuszczalnych warstw rozmieszczonych na podłożu i bokach składowiska wykonanych ze żwiru i geomembrany oraz nieprzesiąkającej osłony przykrywającej składowisko przedstawia opis zgłoszenia wzoru użytkowego CN212896492U.

Konstrukcję uszczelniającą składowisko odpadów przedstawia także opis zgłoszenia patentowego CN109570181A. Podłoże i boczne powierzchnie składowiska wykonane są z warstw 15 nieprzepuszczalnych materiałów, pomiędzy którymi ułożone są rury melioracyjne połączone z oczyszczalnią ścieków. Osłonę przykrywającą składowisko tworzy warstwa tłucznia, geomembrana, siatka drenażowa oraz warstwa wegetacyjna, przy czym w warstwie tłucznia umieszczone są odciagi połączone ze stacją gromadzenia gazu.

Uszczelnienie składowiska odpadów zaprezentowane w opisie zgłoszenia patentowego 20 CN112962680A składa się z dolnych i bocznych warstw zapobiegających przenikaniu odcieków ze składowiska do gruntu. Tworzą je kolejno zagęszczona warstwa podłoża, warstwa zagęszczającego gruntu cementowego, warstwa geomembrany HDPE oraz warstwa odprowadzająca odcieki i warstwa drenażowa. Osłonę składowiska tworzy samo zagęszczająca się warstwa gruntu cementowego i warstwa geomembrany HDPE.

25 Sposób układania geomembrany HDPE z polietylenu o dużej gęstości przy konstrukcji składowiska odpadów prezentuje opis zgłoszenia patentowego CN114606984A, a zastosowanie folii geotechnicznej o chropowatej powierzchni na składowisku odpadów, która zapobiega jej zsuwaniu się podczas składowania odpadów ujawnia opis wzoru użytkowego CN201047082Y.

30 Celem wynalazku jest wytworzenie szczelnej bariery, która będzie zabezpieczać grunt i wody gruntowe przed szkodliwymi zanieczyszczeniami, np. przenikającymi ze składowiska odpadów.

Przedmiotem wynalazku jest bariera uszczelniająca i sposób uszczelniania podłoża z wykorzystaniem odpadów wydobywczych. Istotą bariery wykorzystującej odpady wydobywcze, 35 zawierającej materiał ilasty ze środkiem wiążącym jest to, że na zagęszczonym spoistym podłożu o współczynniku filtracji poniżej  $10^{-5}$  m/s znajdują się naprzemiennie ułożone zagęszczone warstwy:

- materiału ilastego ze środkiem wiążącym o współczynniku filtracji poniżej  $10^{-9}$  m/s,
- zwietrzałych ilastych odpadów wydobywczych o wielkości ziarn mniejszej od 30 mm i o wskaźniku zagęszczenia powyżej 0,94 i współczynniku filtracji poniżej  $10^{-7}$  m/s.

Sumaryczna grubość zagęszczonych warstw materiału ilastego ze środkiem wiążącym i zagęszczonych warstw zwietrzałych ilastych odpadów wydobywczych jest nie mniejsza niż 1 m.

5 Istotą sposobu uszczelniania podłoża z wykorzystaniem odpadów wydobywczych, w którym usuwa się warstwę powierzchniową gleby i zagęszcza się podłoże, a następnie nakłada się na podłoże materiał ilasty jest to, że z powierzchni terenu co najmniej przekraczającej obszar uszczelnianego podłoża usuwa się warstwę gleby co najmniej do poziomu wymywania, a następnie zagęszcza się mechanicznie spoiste podłoże do współczynnika filtracji poniżej  $10^{-6}$  m/s. W dalszej kolejności na spoiste podłoże na przemian nakłada się zagęszczane warstwy materiału ilastego ze środkiem wiążącym o współczynniku filtracji poniżej  $10^{-9}$  m/s oraz zagęszczane warstwy zwietrzałych ilastych odpadów wydobywczych o wielkości ziarn mniejszej od 30 mm i o wskaźniku zagęszczenia powyżej 0,94 i współczynniku filtracji poniżej  $10^{-7}$  m/s. Sumaryczna grubość zagęszczonych warstw materiału ilastego ze środkiem wiążącym i zagęszczonych warstw zwietrzałych ilastych odpadów wydobywczych jest nie mniejsza niż 1 m.

15 Korzystnym skutkiem zastosowania wynalazku na składowisku odpadów jest zabezpieczony grunt i wody gruntowe przed zanieczyszczeniem szkodliwymi substancjami wymywanymi z gromadzonych na składowisku odpadów.

20 Wynalazek został przedstawiony w przykładzie wykonania na schematycznym rysunku.

Sposób uszczelniania podłoża z wykorzystaniem odpadów wydobywczych w przykładach wykonania wykorzystano przy budowie składowisk odpadów wydobywczych 4. Sposób polegał na tym, że z przeznaczonego na składowisko obszaru o powierzchni  $S$  znajdującego się w rejonie, w którym średnia roczna opadów atmosferycznych wynosiła  $P$  usunięto warstwę powierzchniową gleby o grubości  $H$  i zagęszczono podłoże 1 do wartości współczynnika filtracji  $k_1$  i do infiltracji efektywnej  $I_1$ . Następnie na zagęszczone podłoże 1 na przemian nakładano zagęszczane mechanicznie walcami wibracyjnymi dwie warstwy materiału ilastego ze środkiem wiążącym 2 o grubości  $h_2$ , o wskaźniku zagęszczenia  $Is_2$ , o współczynniku filtracji  $k_2$  i o infiltracji efektywnej  $I_2$  oraz zagęszczane mechanicznie walcami wibracyjnymi dwie warstwy częściowo zwietrzałych ilastych odpadów wydobywczych 3 o maksymalnej wielkości ziarn 30 mm i o grubości  $h_3$ , wskaźniku zagęszczenia  $Is_3$ , wartości współczynnika filtracji  $k_3$  oraz infiltracji efektywnej  $I_3$ . Wykonane uszczelnienie podłoża miało sumaryczną grubość  $h_u$ , a współczynnik filtracji uszczelnienia miał wartość  $k_u$ .

30 W pierwszym przykładzie wykonania na zagęszczonym podłożu 1 jako pierwszą ułożono zagęszczaną warstwę materiału ilastego ze środkiem wiążącym 2. Materiałem ilastym były łupki ilaste, a środkiem wiążącym był gips i szkło wodne odpowiednio w stężeniach procentowych masowych 2% i 1%.

35 W drugim przykładzie wykonania na zagęszczonym podłożu 1 jako pierwszą ułożono zagęszczaną warstwę zwietrzałych ilastych odpadów wydobywczych 3. Materiałem ilastym były gliny ilaste, a środkiem wiążącym była gytia jeziorna i popioły lotne odpowiednio w stężeniach procentowych masowych 10% i 5%.

W trzecim przykładzie wykonania na zagęszczonym podłożu jako pierwszą ułożono zagęszczoną warstwę materiału ilastego ze środkiem wiążącym 2. Materiałem ilastym były łupki ilaste, a środkiem wiążącym były dekstryny i modyfikowana skrobia odpowiednio w stężeniach procentowych masowych 5% i 2%.

- 5 We wszystkich przykładach zwietrzałymi ilastymi odpadami wydobywczymi 3 był materiał, który przez kilkanaście lat zalegał na składowisku odpadów wydobywczych 4 w kopalni Bogdanka.

Dane dotyczące parametrów podłoża i charakterystyk barier uszczelniających w przykładach wykonania przedstawione są w tabeli.

- 10 Tabela. Parametry podłoża i bariery uszczelniającej, w której wykorzystywane są odpady wydobywcze

Przykład	S [ha]	P [mm]	H [m]	$k_1$ [m/s]	$l_1$ [m/rok]	$h_2$ [m]	$ls_2$ [-]	$k_2$ [m/s]	$l_2$ [m/rok]	$h_3$ [m]	$ls_3$ [-]	$k_3$ [m/s]	$l_3$ [m/rok]	$h_u$ [m]	$k_u$ [m/s]
1	5	500	0,4	$10^{-6}$	0,2	0,1	0,98	$10^{-12}$	0,03	0,7	0,95	$10^{-8}$	0,07	1,6	$10^{-10}$
2	10	600	0,3	$10^{-7}$	0,5	0,15	0,98	$10^{-11}$	0,02	0,6	0,96	$10^{-8}$	0,05	1,5	$10^{-10}$
3	20	700	0,2	$10^{-8}$	0,8	0,2	0,97	$10^{-11}$	0,01	0,5	0,97	$10^{-9}$	0,03	1,4	$10^{-10}$

RZECZNIK PATENTOWY

*Maciej Nowicki*  
mgr inż. Maciej Nowicki  
Nr wp. 3476