

Sposób przetwarzania żużli hutniczych, zwłaszcza żużli stalowniczych dla ich dalszego wykorzystania w różnych gałęziach przemysłu

Przedmiotem wynalazku jest sposób przetwarzania żużli hutniczych, zwłaszcza żużli stalowniczych dla ich dalszego wykorzystania w różnych gałęziach przemysłu.

Szczególnym obszarem wykorzystania przedmiotowego wynalazku jest upowszechnienie wykorzystania odpadowych żużli stalowniczych do bezpiecznego stosowania jako kruszywo budowlane, zwłaszcza w drogownictwie jako kruszywo podkładowe pod drogi i autostrady. Powstała w toku procesu przetwarzania żużli stalowniczych oraz ich rozdziału hydraulicznego alkaliczna zawiesina, zawierająca głównie Ca(OH)_2 stanowi produkt do wykorzystania w instalacjach sekwestracji CO_2 z gazów spalinowych z różnych procesów przemysłowych, w tym z innych procesów hutniczych, procesów energetycznych i w innych procesach oczyszczana spalin z dwutlenku węgla. Celem sekwestracji jest obniżenie emisji CO_2 do powietrza.

Żużel, obok stali jest głównym produktem powstającym w stalowniach konwertorowych lub elektrycznych. Stal wykorzystywana jest szeroko w wielu gałęziach przemysłu, natomiast żużel jako odpad z tego procesu stanowi poważny problem z jego zagospodarowaniem.

Głównymi fazami obecnymi w odpadowym żużlu hutniczym są srebrołoskit ($\text{Ca}_2\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_5$), wolny tlenek wapnia (CaO), tlenek żelaza (głównie w postaci wustytu FeO) oraz

krzemionka i glinokrzemiany. Odpadowy żużel stalowniczy zawiera również około 15% do 20% żelaza metalicznego. Dodatkowo żelazo w żużlu może występować w postaci magnetytu (Fe_3O_4).

Obecnie stosowane rozwiązania techniczne pozyskiwania żużli stalowniczych polegają na tym, że gorące żużle stalownicze transportowane są spod konwertora w kadziach żużlowych na teren otwartego magazynu pośredniego - tak zwanego „kafara”. W tym magazynie pośrednim żużle stalownicze są wylwane z kadzi żużlowej w celu ostudzenia i wstępnego oddzielenia od żużli stalowniczych złomu skrzepowego, występującego najczęściej w postaci dużych brył nawet do 1 m^3 . Złom skrzepowy wydziela się podczas wydobywania żużli stalowniczych z „kafara” przy pomocy koparko-ładowarek z użyciem dźwigów z elektromagnesem. W celu przyspieszenia studzenia, żużle stalownicze często polewane są wodą. Następnie po ostudzeniu żużle stalownicze są wybierane z magazynu pośredniego i transportowane na teren hałdy, gdzie podlegają dalszej obróbce - kruszeniu, przesiewaniu, długotrwałemu sezonowaniu, a przede wszystkim oddzieleniu złomu stalowego od żużli stalowniczych.

Z polskiego opisu patentowego nr PL 204475 pt. „Sposób obróbki surowego żużla hutniczego i sposób uzyskiwania z żużla hutniczego spoiwa hydraulicznego odpowiadającego cementowi portlandzkiemu” znany jest sposób obróbki surowego żużla hutniczego polegający na prowadzeniu procesu utleniania surowego żużla z dostarczaniem tlenu lub powietrza lub ich mieszanki pod ciśnieniem od 1 do 15 barów, korzystnie od 5 do 10 barów w temperaturze w zakresie od 1650°C do 1400°C , korzystnie w zakresie od 1550°C do 1450°C . Surowy żużel hutniczy zawiera w stosunku do całkowitego ciężaru żużla przynajmniej 45% wagowych CaO i mniej niż 30% wagowych Fe_2O_3 . Następnie do

tak utlenionego żużła dodaje się źródło wapna uzupełnionego w razie potrzeby źródłem krzemionki i/lub źródłem tlenku glinowego. Proporcje źródła wapna i opcjonalnie źródła krzemionki/tlenku glinowego zostały wybrane tak, że żużel po transformacji i w temperaturze pokojowej posiada zawartość Fe_2O_3 przynajmniej 13% wagowych, a skład mineralny zawiera przynajmniej 40% wagowych fazy mineralnej C_3S i ponad 10% wagowych, korzystnie przynajmniej 40% wagowych żelazianu wapnia w postaci C_3F i/lub fazy mineralnej C_4AF , w stosunku do ciężaru całkowitego przetworzonego żużła.

Z polskiego opisu patentowego nr PL 204517 pt. „Sposób obróbki żużła hutniczego, w którym otrzymuje się żużel hutniczy LD obrobiony żużel LD i materiał zawierający mieszaninę cementu i obrobionego żużła LD” znany jest sposób otrzymywania żużła hutniczego LD. Sposób ten polega na tym, że do ciekłego żużła posiadającego temperaturę od 1350°C do 1550°C wdmuchuje się tlen albo mieszaninę gazów zawierającą gazowy tlen, miesza się i utlenia żużel. Wdmuchiwanie przeprowadza się tak, aby utrzymać ciśnienie tlenu lub mieszaniny gazów w równowadze z ciekłym żużlem od 10^2 do $5 \cdot 10^5$ Pa, następnie dodaje się do wymieszanego ciekłego żużła i rozpuszcza się w nim źródła tlenku glinu, wapna, krzemionki i żelaza, przy czym na 1000 kg obrabianego żużła dodaje się 142 do 1057 kg tlenku glinu, 250 do 779 kg wapna, 0 do 129 kg krzemionki oraz 0 do 140 kg żelaza, po czym chłodzi się żużel aż do zakrzepnięcia. Skład mineralogiczny otrzymanych żużli LD czyni je materiałami syntetycznymi o lepszych właściwościach przy stosowaniu ich na budowie w postaci granulatów do betonu lub dróg, spoiwa hydraulicznego lub spoiwa potencjalnie hydraulicznego.

Niedogodnością przy zastosowaniu żużli LD w postaci granulatów do betonu lub budowy dróg, do wytwarzania zarówno górnych warstw bitumicznych, jak i warstw fundamentów jest obecność wolnego wapna, które powoduje pęcznienie nawierzchni drogi lub betonu. Również niedogodnością według znanych z wcześniejszego stanu techniki sposobów uzdatniania żużli hutniczych w celu ich dalszego wykorzystania na przykład w drogownictwie jako kruszywo budowlane jest utrudniony proces jego stabilizacji, ze względu na występujący w nim wolny tlenek wapnia CaO . Żużle stalownicze, a w szczególności ich frakcja drobna, posiadają wysoki wskaźnik rozpadów chemicznych związanych z hydratacją CaO do Ca(OH)_2 , powodujących jego niestabilność zarówno chemiczną jak i fizyczną. Jest to związane zarówno z reakcjami hydratacji wolnego CaO ale też wieloma reakcjami wtórnymi, w wyniku których powstaje węglan wapnia wskutek swobodnego dostępu CO_2 i wody z powietrza. Podczas hydratacji następuje pęcznienie żużli stalowniczych, a w efekcie ich rozpad na frakcje drobne. Powolny rozpad żużli stalowniczych znany z wcześniejszego stanu techniki powoduje, że żużle te muszą być sezonowane nawet do 2 lat. W tym czasie żużle stalownicze muszą być przesypywane i polewane wodą, tak aby przyspieszyć zachodzące w nich procesy fizykochemiczne do osiągnięcia poziomu maksymalnie 3% sumy rozpadów (wg normy PN-EN 1744-1: 2000 Badania chemicznych właściwości kruszyw. Analiza chemiczna), co jest procesem długotrwałym i kosztownym. Po ustabilizowaniu żużle stalownicze są klasyfikowane na przesiewaczu sitowym na frakcje dla drogownictwa: $0 \div 12$ mm, $13 \div 31$ mm oraz $32 \div 63$ mm. Frakcja powyżej 63 mm jest kruszona i kierowana do ponownego przesiewania lub sprzedawana jako frakcja ponadgabarytowa.

Zauważono, że podczas schładzania żużli stalowniczych, które polega na całkowitym przykryciu żużli stalowniczych warstwą wody, w wyniku gwałtownych zmian temperatury następuje spękanie ich struktury, co skutkuje przyspieszonym rozpadem na frakcje drobne. Jednocześnie, szybkie schłodzenie żużli stalowniczych zapobiega procesom krystalizacji frakcji mineralnych, co powoduje zwiększenie ich przydatności jako kruszywo budowlane.

Nieoczekiwanie okazało się, że rozpadowi żużli stalowniczych towarzyszy przyspieszona hydratacja wolnego CaO, który podczas przetwarzania przechodzi do wody w formie zawiesiny zawierającej głównie Ca(OH)_2 . Dodatkowo związanie wolnego CaO zapobiega dalszym procesom rozpadu żużli stalowniczych - głównie frakcji powyżej 3-4 mm zachodzącym podczas sezonowania w warunkach atmosferycznych, co umożliwia znacznie szybsze wykorzystanie przetworzonych żużli stalowniczych np. do celów budowlanych.

Sposób przetwarzania żużli hutniczych, zwłaszcza żużli stalowniczych dla ich dalszego wykorzystania w różnych gałęziach przemysłu według wynalazku polega na wylewaniu żużli hutniczych, w tym żużli stalowniczych z kadzi bezpośrednio do betonowego basenu. Po osiągnięciu w betonowym basenie przez żużle hutnicze, w tym przez żużle stalownicze temperatury mniejszej lub równej wartości 850°C , do betonowego basenu wprowadza się wodę chłodzącą, poprzez podwyższenie poziomu lustra wody powyżej górnej powierzchni żużli hutniczych, w tym żużli stalowniczych wypełniających betonowy basen, do całkowitego przykrycia wszystkich powierzchni schładzanych żużli. Tak prowadzony proces szybkiego chłodzenia powoduje nagłe wystąpienie naprężeń termicznych, co skutkuje samorzutnym spękaniami i rozbiciem żużli stalowniczych na mniejsze fragmenty

i ułatwia jego dalszą przeróbkę mechaniczną. Po osiągnięciu przez żużle hutnicze, w tym przez żużle stalownicze temperatury nie większej niż 100°C , schłodzone żużle hutnicze, w tym żużle stalownicze są wybierane z betonowego basenu i poddane procesowi usuwania frakcji żelazonośnej, a następnie kierowane są do systemu separacji hydraulicznej wraz z wodą z betonowego basenu. W procesie separacji hydraulicznej następuje rozdział odżelazionych żużli hutniczych, w tym odżelazionych żużli stalowniczych na poszczególne frakcje. Z odżelazionych żużli stalowniczych wydziela się nadziarno o granulacji powyżej 12 mm, które zawiera głównie frakcje żelazonośne. W procesie separacji hydraulicznej wydziela się frakcję 4-12 mm i frakcję 0 do 4 mm. Korzystnie w procesie separacji hydraulicznej wydziela się frakcję 1-12 mm. Wydzielone frakcje są kierowane na wybrane składowiska odżelazionych żużli hutniczych, w tym żużli stalowniczych. Odżelazione żużle hutnicze, w tym żużle stalownicze po wystudzeniu i klasyfikacji hydraulicznej nadają się do bezpośredniego wykorzystania, bez konieczności ich sezonowania. Żużle te zawierają średnio:

- 10% do 40% frakcji 0,0 do 4,0 mm.
- 10% do 30% frakcji 4,0 do 12,0 mm.
- 30% do 50% frakcji powyżej 12,0 mm.

Pozostałe po separacji hydraulicznej odżelazione żużle hutnicze, w tym odżelazione żużle stalownicze są przeznaczone między innymi do wytwarzania:

- kruszyw drogowych i budowlanych;
- produktu dla górnictwa do wypełniania wyrobisk pogórnich;

- materiału żelazonośnego dla przemysłu hutniczego;
- materiału będącego składnikiem zestawu surowcowego w przemyśle cementowym,
- ścierniwa.

Pozostała po klasyfikacji hydraulicznej zawiesina zawierająca fazę stałą o uziarnieniu poniżej 4,0 mm jest kierowana do dalszego wykorzystania jako sorbent do pochłaniania szkodliwego dwutlenku węgla CO_2 z gazów procesowych lub spalinowych powstałych w różnych procesach technologicznych.

Powstały w wyniku nagłej, przyspieszonej hydratacji wolnego tlenku wapnia drobnoziarnisty $\text{Ca}(\text{OH})_2$ przechodzi do zawiesiny wodnej. Zawiesina wodna, zawierająca cząstki stałe o uziarnieniu 0 do 4 mm, korzystnie 0-1 mm, kierowana jest do zbiornika pośredniego z mieszadłem. Mieszanie ma na celu utrzymanie jednolitego składu zawiesiny. Następnie zawiesina, ze zbiornika pośredniego kierowana jest do absorbera zamontowanego w ciągu spalin pochodzących między innymi z procesu podgrzewania stali w walcowni, z koksowni lub innych procesach oczyszczania spalin. W absorberze zachodzi sekwestracja gazowego CO_2 obecnego w gazach procesowych lub spalinowych.

Natomiast zawiesina poabsorpcyjna kierowana jest do odстойnika Dorr'a, skąd frakcja wodna zawracana jest do betonowego basenu służącego do schładzania żużli hutniczych, w tym żużli stalowniczych, zaś frakcja stała o granulacji 0 do 4 mm kierowana na składowisko kruszywa drobnego do dalszego wykorzystania.

Zaletą sposobu przetwarzania żużli hutniczych, zwłaszcza żużli stalowniczych dla ich dalszego wykorzystania w różnych gałęziach przemysłu według

wynalazku jest możliwość wykorzystania odpadowych odżelazionych żużli hutniczych, zwłaszcza żużli stalowniczych, po usunięciu z ich składu większości frakcji żelazonośnych - co pozwala na ich dalszą przeróbkę mechaniczną dla szerszej możliwości ich wykorzystania. Sposób według wynalazku pozwala na bezpośrednie wykorzystanie wydzielonych frakcji kruszywowych o granulacji 4 do 12 mm na ich bezpośrednie użycie w budownictwie. Również frakcja 0 do 4 mm wydzielona sposobem według wynalazku pozwala na jej bezpośredni dodatek do zestawu surowcowego dla wytwarzania klinkieru portlandzkiego. Taka pylasta forma odżelazionych żużli stalowniczych dodatkowo generuje korzyści przy przygotowywaniu mieszaniny surowcowej, która w praktyce przemysłowej w całości domielana jest poniżej 0,2 mm. Ponadto odżelazione żużle stalownicze można zestawiać i mieszać z innymi surowcami żelazonośnymi, a także dodawać do zestawu surowcowego do produkcji klinkieru portlandzkiego we wszystkich cementowniach. Również otrzymana w trakcie realizacji sposobu według wynalazku zawiesina zawierająca fazę stałą o uziarnieniu poniżej 3-4 mm jest wykorzystywana do absorpcji zanieczyszczeń o charakterze kwaśnym oraz CO_2 , ze spalin pochodzących z procesów energetycznych, korzystnie w kolumnach absorpcyjnych. Ponadto istotną zaletą jest fakt, iż zaproponowana metoda postępowania z żużłami hutniczymi ułatwia odzysk żelaza metalicznego zawartego w tych żużłach.

Sposób przetwarzania żużli hutniczych, zwłaszcza żużli stalowniczych dla ich dalszego wykorzystania w różnych gałęziach przemysłu według wynalazku został ujawniony w poniższych przykładach wykonania.

Przykład 1.

Do przetwarzania żużli użyto żużli stalowniczych pobranych bezpośrednio z otwartego magazynu pośredniego - tak zwanego „kafara”. Pobrana próba żużli stalowniczych została uśredniona i ujednolicona. Pobrana próba żużli stalowniczych została rozdrobniona w kruszarce młotkowej i rozdzielona na sitach celem otrzymania frakcji o uziarnieniu 10÷25 mm. Z tak otrzymanej próby pobrano następnie 200 g żużli stalowniczych i wyprażono przez 1 godzinę w piecu kantalowym w temperaturze około 800°C. Po zakończeniu prażenia próbę żużla stalowniczego natychmiast po wyjęciu z pieca kantalowego wrzucono do wcześniej odważonej wody przy założeniu stosunku masowego:

$$\text{masa żużla/masa wody} = 1/4.$$

Gwałtowne schłodzenie żużla skutkowało jego samorzutnym rozdrobnieniem. Około 15% żużla uległo rozdrobnieniu do uziarnienia poniżej 1 mm. Zawartość frakcji 0-4 mm wynosiła 50%, natomiast uziarnienie pozostałej część żużla mieściło się w zakresie 4-10 mm.

Otrzymany roztwór wodny został poddany procesowi wolnego chłodzenia i sedymentacji powstałej zawiesiny poprzez odstawienie roztworu na okres 2 godzin przy swobodnym dostępie powietrza. Po oddzieleniu klarownego roztworu od substancji stałej, roztwór został przeniesiony do kolumny bez wypełnienia celem przeprowadzenia procesu absorpcji CO₂ z przygotowanej mieszaniny gazowej zawierającej suche powietrze i CO₂. Mieszanie gazów podawanych na kolumnę odbywało się w naczyniu uśredniającym, a samo ich dozowanie realizowano przy użyciu automatycznych regulatorów przepływu. Gaz do kolumny podawano od dołu przez spiek

ceramiczny w celu otrzymania pęcherzyków gazu o średnicy około 2 mm utrzymując cały czas stałe natężenie przepływu. Stosunek średnicy wewnętrznej do długości kolumny wynosił 13,7 (przy wypełnieniu w 95% długości). W procesie absorpcji CO_2 przyjęto stosunek objętość roztworu/natężenie przepływu gazu = 2,7 natomiast zawartość CO_2 w suchym powietrzu wynosiła 10 do 15% objętościowych.

W procesie użyto 570 cm^3 klarownego roztworu po oddzieleniu odżelazionego żużla stalowniczego, przy czym natężenie przepływu gazu wynosiło $210,3 \text{ cm}^3/\text{min}$ a zawartość CO_2 w mieszaninie gazowej było = 11,8% objętościowych. Ze względu na zmienność warunków otoczenia takich jak temperatura, ciśnienie, skład gazu oznaczano przed podaniem do kolumny każdorazowo przed oraz w trakcie realizacji pomiarów. Zawartość CO_2 w gazie określano przy zastosowaniu aparatu Orsata, wyposażonego w płuczki roztworem KOH o stężeniu 10% wagowych do selektywnego absorbowania CO_2 . W czasie pomiarów skład gazów opuszczających kolumnę (po przejściu przez roztwór) oznaczano ze stałym odstępem czasu wynoszącym 2 minuty, z tym że pierwszego pomiaru zawartości CO_2 w gazie opuszczającym kolumnę dokonywano 2 minuty od rozpoczęciu procesu. Proces absorpcji CO_2 kończono kiedy zawartość CO_2 w gazach opuszczających kolumnę w dwóch następujących po sobie pomiarach była równa zawartości CO_2 w gazie podawanym do sekwestracji CO_2 na kolumnie.

Na podstawie zmiany składu gazu w trakcie procesu wyznaczono zdolność do pochłaniania/absorpcji CO_2 (zdolność do sekwestracji CO_2), która wyniosła $57,3 \text{ mg CO}_2/100 \text{ cm}^3$ roztworu, co odpowiada $40,2 \text{ mg CO}_2/100 \text{ g}$ odżelazionego żużla stalowniczego.

Przykład 2.

Zbadano zdolność do sekwestracji CO_2 w analogicznych warunkach jak w Przykładzie 1, z tym że roztwór z szybkiego chłodzenia żużla stalowniczego otrzymano po 24 godzinnym procesie sedymentacji. Na podstawie zmiany składu gazu wyznaczono zdolność do pochłaniania CO_2 otrzymanego roztworu, która wynosiła $136 \text{ mg CO}_2/100 \text{ cm}^3$ roztworu co odpowiada $95,4 \text{ mg CO}_2/100 \text{ g}$ nieprażonego żużla stalowniczego.

Przykład 3.

Określono zdolność do sekwestracji CO_2 zawiesiny otrzymanej z szybkiego chłodzenia żużla stalowniczego. Żużel stalowniczy o frakcji $10\div 25 \text{ mm}$ wyprażono w piecu przez 1 godzinę w temperaturze 800°C . Po zakończeniu prażenia żużel natychmiast schłodzono w wodzie przy zachowaniu stosunku masowego jak w Przykładzie 1.

Otrzymaną zawiesinę rozdzielono od wyprażonego żużla z pominięciem procesu sedymentacji. Celem oddzielenia zawiesiny od większych drobin żużla przefiltrowano ją na sicie o wielkości oka $0,6 \text{ mm}$.

570 cm^3 otrzymanej zawiesiny po ochłodzeniu do temperatury otoczenia w czasie około 40 minut umieszczono w kolumnie sorpcyjnej, przez którą przepuszczano gaz celem oczyszczania z CO_2 . Proces absorpcji CO_2 prowadzono analogicznie jak to opisano w Przykładzie 1.

Na podstawie zmiany składu gazu w trakcie procesu wyznaczono zdolność do pochłaniania CO_2 otrzymanej zawiesiny (zdolność do sekwestracji CO_2), która wynosiła $149 \text{ mg CO}_2/100 \text{ cm}^3$ roztworu co odpowiada $105 \text{ mg CO}_2/100 \text{ g}$ nieprażonego żużla stalowniczego.

Przykład 4.

Została określona zdolność do sekwestracji CO_2 roztworu otrzymanego po wprowadzeniu do wody wyprażonego żużla stalowniczego który był chłodzony łagodnie. Żużel stalowniczy o frakcji 10÷25 mm wyprażono w piecu przez 1 godzinę w temperaturze 800°C . Po zakończeniu procesu żużel wyjęto z pieca i odstawiono na 24 godziny celem powolnego ostygnięcia w warunkach otoczenia. Po ostygnięciu, wyprażony żużel przeniesiono następnie do wody, wcześniej odważonej przy zachowaniu stosunku masa żużla/masa wody: 1/4.

W czasie tego procesu nie zaobserwowano zwiększonej kruchości żużla pod wpływem kontaktu z wodą. Otrzymany roztwór pozostawiono celem sedymentacji osadu. Proces sedymentacji trwał 2 godziny przy swobodnym dostępie powietrza, po tym czasie oddzielono klarowny roztwór od osadu.

570 cm^3 otrzymanego roztworu wykorzystano następnie do procesu oczyszczania gazu z CO_2 . Proces ten prowadzono w kolumnie absorpcyjnej analogicznie jako opisano w przykładzie 1. W czasie pomiarów zawartość CO_2 w mieszaninie z suchym powietrzem wynosiła 11,6% objętościowych.

Na podstawie zmiany składu gazu w trakcie procesu wyznaczono zdolność do pochłaniania CO_2 otrzymanego roztworu (zdolność do sekwestracji CO_2) i wynosiła ona 59,79 mg $\text{CO}_2/100\text{ cm}^3$ roztworu co odpowiada 29,9 mg $\text{CO}_2/100\text{g}$ nieprażonego żużla stalowniczego.

Przykład 5.

Do sekwestracji CO_2 z gazu, przygotowano na bazie żużla stalowniczego wodne roztwory. Roztwory te otrzymano poprzez umieszczenie w 800 g wody 200 g żużla o uziarnieniu $10 \div 25$ mm. Stosunek masowy żużli do wody jak w Przykładzie 1 bez żadnych dodatkowych czynności. Po upływie 2 godzin roztwór klarowny oddzielono od osadu.

570 cm^3 otrzymanego roztworu wykorzystano następnie do procesu oczyszczania gazu z CO_2 . Proces ten prowadzono w kolumnie absorpcyjnej analogicznie jako opisano w przykładzie 1. W czasie pomiarów zawartość CO_2 w mieszaninie z suchym powietrzem wynosiła 11,6% objętościowych.

Na podstawie zmiany składu gazu w trakcie procesu wyznaczono zdolność do pochłaniania CO_2 otrzymanego roztworu (zdolność do sekwestracji CO_2), która wynosiła 47,1 mg $\text{CO}_2/100 \text{ cm}^3$ roztworu co odpowiada 33,1 mg $\text{CO}_2/100 \text{ g}$ żużla stalowniczego.

Zbadano zdolność do sekwestracji CO_2 w analogicznych warunkach, z tym, że roztwór na bazie żużla stalowniczego otrzymano po 24 godzinach przebywania żużla wodzie przy swobodnym dostępie powietrza. Na podstawie zmiany składu gazu wyznaczono zdolność do pochłaniania CO_2 otrzymanego roztworu, która wynosiła 61,2 mg $\text{CO}_2/100 \text{ cm}^3$ roztworu co odpowiada 43,0 mg $\text{CO}_2/100 \text{ g}$ żużla stalowniczego.

Przykład 6.

Do procesu sekwestracji CO_2 z gazu wykorzystano wodę z granulacji żużla wielkopiecowego. Proces ten prowadzono w kolumnie absorpcyjnej analogicznie jak opisano w Przykładzie 1 używając 570 cm^3 wody z granulacji żużla

wielkopiecowego bez żadnych dodatkowych czynności (woda była klarowana nie zawierała widocznych drobin). W czasie pomiarów zawartość CO_2 w mieszaninie z suchym powietrzem wynosiła 11,2% objętościowych.

Na podstawie zmiany składu gazu w trakcie procesu wyznaczono zdolność do sekwestracji CO_2 , która wynosiła 27,0 mg $\text{CO}_2/100 \text{ cm}^3$ wody z granulacji żużla wielkopiecowego.

Pełnomocnik:



Henryk Drelichowski