

Zastosowanie kompaktowania odpadów włóknistych jako metody ich bezpiecznego składowania

Wprowadzenie

Ceną rozwoju cywilizacyjnego jest postępujące zanieczyszczenie środowiska przyrodniczego. Ze względu na konieczność ciągłego korzystania ludzi z dobrodziejstw natury i jednocześnie ograniczone możliwości jej samooczyszczania się, od wielu lat są prowadzone działania zmierzające do obniżania tej ceny poprzez stosowanie nowych, przyjaznych środowisku technologii lub usuwanie różnymi metodami już poniesionych strat w środowisku. Działania te nie eliminują jednakże w pełni problemów, między innymi tych związanych z wytwarzaniem odpadów przemysłowych i komunalnych.

Coraz szersze stosowanie w gospodarce i budownictwie wyrobów termoizolacyjnych - w tym wykonanych z materiałów zawierających nieorganiczne włókna sztuczne - sprawia, że pojawiają się one w strumieniu odpadów po zakończeniu okresu użytkowania. Szacuje się, że w Polsce powstaje rocznie od ok. 25 do 35 tys. Mg odpadów włóknistych [1]. Niska gęstość pozorna tych materiałów, korzystna ze względów użytkowych, jest kłopotliwa, gdy stają się one odpadem. Ponadto odpady włókniste bazaltowe, ceramiczne i szklane wykazują skłonność do odrywania się pojedynczych włókien, co objawia się tzw. wtórnym pyleniem, powodującym nie tylko trudności podczas transportu i składowania, lecz także stanowiącym zagrożenie dla środowiska i zdrowia ludzi [2, 3]. Listę zagrożeń ekologicznych dopełniają impregnaty stosowane przy produkcji wyrobów włóknistych (między innymi żywice fenolowo-formaldehydowe), gdyż zachodzi możliwość ich wymywania z odpadów, szczególnie podczas składowania [4-6].

Obowiązująca w Polsce Ustawa o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 roku ustala obowiązującą hierarchię postępowania z odpadami, których powstania nie udało się uniknąć. Przewiduje ona w pierwszej kolejności zgodny z zasadami ochrony środowiska

odzysk odpadów, a następnie zgodne z zasadami ochrony środowiska unieszkodliwianie odpadów.

Poprodukcyjne odpady włókniste, charakteryzujące się niewielkim zanieczyszczeniem mechanicznym innymi materiałami, mogą być waloryzowane na drodze ich przeróbki termicznej (składnik zestawu surowcowego do produkcji włókien, ceramizacja) lub mechanicznej (mieszania ze spoiwami i wypełniaczami w kierunku otrzymywania zapraw, kitów, formowanych wyrobów izolacyjnych, komponentów zasypek izolacyjnych itp.) [7,8].

Znacznie trudniejszym problemem jest gospodarcze wykorzystanie poużytkowych odpadów o charakterze włóknistym, charakteryzujących się znacznym zanieczyszczeniem mechanicznym. W wielu przypadkach koszt gospodarczego wykorzystania odpadu jest zbyt wysoki lub z przyczyn technicznych jest ono wręcz niemożliwe. Jediną drogą postępowania pozostaje wtedy bezpieczne dla środowiska składowanie.

Możliwość bezpiecznego składowania nieorganicznych odpadów włóknistych wiąże się z doprowadzeniem ich do postaci fizycznej, pozwalającej na efektywny transport i likwidację problemu pylenia oraz wymywania substancji szkodliwych dla środowiska.

Jak wykazały badania przeprowadzone w Instytucie Chemicznej Przeróbki Węgla, kompaktowanie sztucznych włókien nieorganicznych do postaci granulek, brykietów lub kształtek może wyraźnie zmniejszyć zagrożenie ekologiczne ze strony odpadów włóknistych [9].

Kompaktowanie odpadów

Zgodnie z art. 56 Ustawy o odpadach z dn. 27.04.2001: „*Odpady przed umieszczeniem na składowisku powinny być poddane procesowi przekształcenia fizycznego, chemicznego lub biologicznego oraz segregacji, w celu ograniczenia zagrożenia dla życia i zdrowia ludzi lub dla środowiska, bądź też dla ograniczenia ilości lub objętości składowanych odpadów.*”

Jedną z metod fizycznego przekształcania odpadów przed umieszczeniem ich na składowisku jest kompaktowanie [10,11], będące procesem powstawania z drobnoziarnistych materiałów form geometrycznie większych, tworzących zwartą całość o określonej objętości, w których można wyróżnić elementy składowe. Do materiałów poddawanych kompaktowaniu, które wykazują małą zdolność łączenia się w większe aglomeraty, dodaje się środków wiążących, takich jak np.: spoiwa budowlane, ługi posiarzynowe, szkło wodne, krochmal, smoła, żywice itp. [12-14]. Podstawowymi korzyściami, jakie osiąga się dzięki procesowi kompaktowania, są:

- zwiększenie gęstości usypowej materiału,
- zmniejszenie tendencji do segregacji materiału,
- eliminacja lub znaczne obniżenie tendencji do powstawaniu pyłów.

Wyróżnia się następujące metody kompaktowania, potencjalnie możliwe do zastosowania w gospodarce odpadami:

- a) brykietowanie,
- b) granulacja,
- c) zestalanie.

Poniżej przedstawiono krótką charakterystykę poszczególnych metod kompaktowania.

Brykietowanie

Powszechnie uważa się brykietowanie za najlepszy sposób kompaktowania odpadów w celu nadania im postaci dogodnej do transportu, składowania lub recyklingu. Pogląd taki wynika między innymi stąd, że techniki granulacji - umożliwiające dobre zagęszczenie materiału i wytwarzanie dużych oraz jednorodnych pod względem uziarnienia granул o średnicy większej niż 10 mm - są mało rozpowszechnione.

Brykietowanie polega na formowaniu materiału o drobnym uziarnieniu w większe formy geometryczne w wyniku działania wysokiego ciśnienia. Niewątpliwie do zalet procesu brykietowania należy dowolna w szerokim zakresie wielkość i kształt produktu oraz znaczny stopień zagęszczenia materiału, z którego jest on wytworzony. Wadą jest duże jednostkowe zużycie energii, niska wydajność oraz wąski zakres wilgotności mas nadających się do brykietowania.

Granulacja

Granulacja jest tworzeniem aglomeratów bez zastosowania zewnętrznego ciśnienia, przez toczenie lub przesuwanie rozdrobnionego materiału z ewentualnym dodatkiem ciekłego lepiszcza, którym często jest woda. Proces granulacji przy odpowiednim przygotowaniu materiału i właściwym doborze urządzeń zachodzi łatwo i jest procesem nie wymagającym dużych nakładów energii.

Granulację materiałów o charakterze włóknistym można prowadzić techniką otaczania w granulacjach talerzowych lub bębnowych lub techniką wibracyjnego zagęszczania. Granulacja jest procesem tańszym i wydajniejszym od brykietowania, a właściwości wytrzymałościowe produktu przy prawidłowym doborze technologii nie ustępują brykietom.

Zestalanie

Najprostszą i najtańszą metodą kompaktowania materiałów jest ich zestalanie. Wymaga jedynie dobrego wymieszania rozdrobnionego (bez wymagań granulometrycznych) materiału włóknistego ze spoiwem i dozowania mieszaniny do przygotowanych form. Po wypełnieniu formy następuje proces wiązania odpadu ze spoiwem i zestalanie mieszaniny. Technika ta zapewnia uwięzienie drobnych włókien w określonej formie strukturalnej. Niewątpliwą zaletą tej metody jest duża tolerancja na zanieczyszczenie surowca materiałem obcym.

Proces zestalania może mieć miejsce zarówno w miejscu powstania odpadu, jak również w miejscu przeznaczonym do jego składowania. Zestalanie odpadu w miejscu jego powstania pozwala na jego efektywny i bezpieczny transport do miejsca składowania, natomiast zestalanie na składowisku eliminuje proces formowania w miejscu powstania odpadu, umożliwiając np. bezpośrednio wylewanie masy przeznaczonej do zestalania dokładnie w miejscu składowania. W przypadku zestalania odpadu w miejscu jego powstania, korzystne jest połączenie metody zestalania z wibrowaniem zestalanej masy wylanej do form lub najprostszymi formami wytłaczania.

Właściwości mechaniczne i wodoodporność produktów zestalania zależą głównie od składu spoiwa, stopnia rozdrobnienia odpadu włóknistego oraz technologii utwardzenia powierzchni.

W odniesieniu do odpadów sztucznych włókien mineralnych rozsądne wydaje się zastosowanie metod brykietowania i granulowania do recyklingu surowcowego w piecach szybowych i szybowo-wannowych lub otrzymywania wartościowych, zbywalnych produktów handlowych. Jeżeli celem kompaktowania odpadów włóknistych jest ich składowanie, najkorzystniejszą ekonomicznie metodą jest ich zestalanie ze spoiwem mineralnym, po ich uprzednim rozdrobnieniu i wydzieleniu metali.

Rozdrabnianie odpadów włóknistych - oprócz zwiększenia powierzchni ich kontaktu ze spoiwem - poprawia również ich zwilżalność wodą. Spowodowane jest to wykuszaniem z powierzchni włókien substancji organicznych o charakterze hydrofobowym, stosowanych jako spoiwo lub impregnat w produkcji materiałów ze sztucznych włókien mineralnych. Tendencję zwiększania zwilżalności wodą odpadów włóknistych wraz ze zwiększaniem stopnia ich rozdrobnienia potwierdziły wykonane pomiary zmian granicznego kąta zwilżania rozdrobnionych próbek włókna [9].

Zastosowanie spoiw mineralnych, korzystne z przyczyn ekonomicznych, jest przede wszystkim istotne z punktu widzenia ekologii - spoiwa te nie wykazują negatywnego oddziaływania na środowisko. Korzyści te wzmacnia dodatkowo możliwość zastosowania jako komponentów tych spoiw popiołów lotnych o charakterze pucolanowym i różnego rodzaju wapien odpadowych, których przydatność do spajania różnego rodzaju materiałów wynika z wcześniejszych doświadczeń IChPW [13,15,16].

Próby laboratoryjne kompaktowania włókien mineralnych

O wymaganiach względem spoiw mogących znaleźć zastosowanie w kompaktowaniu włókien mineralnych decydują zarówno wła-

ściwości tych włókien, jak i docelowe właściwości skompaktowanych materiałów. W razie zastosowania procesu kompaktowania do zestalenia odpadów włóknistych w celu ich składowania, spoiwo powinno:

- wykazywać zdolności wiążące wobec różnych włókien mineralnych (szklanych, bazaltowych i ceramicznych) w warunkach otoczenia, bez konieczności stosowania dodatkowych operacji utwardzania,
- nadawać zestalonemu materiałowi odpowiednią wytrzymałość mechaniczną i wodoodporność, umożliwiającą ewentualny transport oraz zabezpieczającą materiał przed procesami wtórnego pylenia i rozpadu, a także wymywania substancji szkodliwych,
- charakteryzować się niską ceną.

Opierając się na powyższym stwierdzono, że do zestalenia odpadów mineralnych włóknistych mogą być zastosowane spoiwa mineralne na bazie produktów odpadowych, takich jak: popioły lotne o właściwościach pucolanowych i wapna odpadowe (np. pokarbidowe lub podefekacyjne). W celu dodatkowego zabezpieczenia zestalonej masy przed wtórnym pyleniem jest możliwe dodanie substancji organicznych o właściwościach żywic, tworzących struktury sieciowe w temperaturze otoczenia (lateksy syntetyczne, żywice fenolowe chemoutwardzalne) lub innych substancji poprawiających mechaniczne właściwości wytworzonych tą metodą kształtek.

W laboratoryjnych badaniach technologicznych dotyczących komponowania spoiw do zestalenia odpadów włóknistych zastosowano:

- popiół lotny z kotła fluidalnego o charakterze popiołu wapniowego (wg BN-79/6722.09),
- wapno pokarbidowe o zawartości suchej masy 47% wag.,
- cement portlandzki marki CEM132.5,
- dyspersję wodną poliocetanu winylu- Winacet DP-50,
- szkło wodne sodowe R-145.

Z wymienionych składników skomponowano mieszanki spoiwowe o różnych składach, z których udziałem zestalono w formie kształtek rozdrobnione odpady włókien mineralnych różnego pochodzenia. Po okresie sezonowania kształtki poddano badaniom wytrzymałości mechanicznej na ściskanie, przyjętej jako wiodący parametr w podstawowej ocenie efektu kompaktowania.

Przeprowadzone próby zestalenia pozwoliły stwierdzić, że warunkiem koniecznym do uzyskania kształtek o wystarczającej wytrzymałości mechanicznej, bez względu na skład i ilość spoiwa, jest wprowadzenie elementu zagęszczania zawartości form, np. w wyniku wibrowania. Równie ważna dla wytrzymałości mechanicznej kształtek jest ilość zastosowanego spoiwa. Zastosowanie ilości spoiwa poniżej 30% w stosunku do ilości spajanego włókna powodowało uzyskanie kształtek o wytrzymałości mechanicznej nie przekraczającej 7 kG/cm², podczas gdy w próbach z wyższą zawartością spoiwa osiągnęto wytrzymałości mechaniczne na ściskanie na poziomie do 20,6 kG/cm².

Założeniem dodawania do spoiwa Winacetu było wytworzenie wodoodpornej błony, zabezpieczającej kształtkę przed wymywaniem substancji szkodliwych, natomiast dodatek szkła wodnego miał na celu podniesienie wytrzymałości mechanicznej. Zaobserwowano, że zastosowane dodatki spowodowały podniesienie wytrzymałości mechanicznej kształtek odpowiednio o ok. 20 i 15%, na-

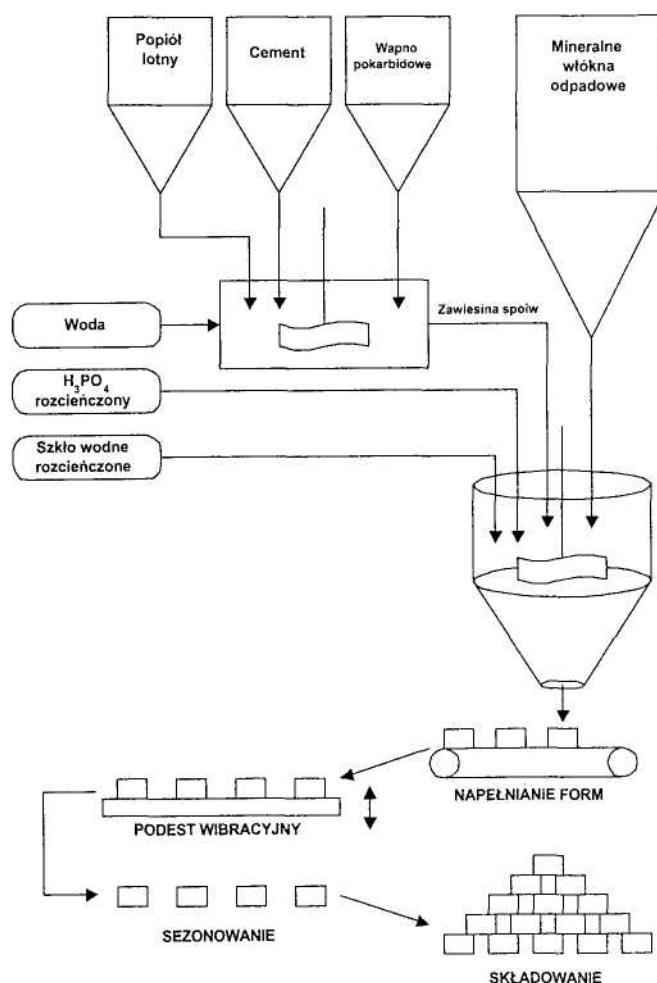
tomiast nie wpłynęły znacząco na wymywalność substancji szkodliwych. Silnie zasadowy odczyn wyciągu wodnego z kształtek (pH=13) zneutralizowano, dodając do mieszanek przeznaczonych do zestalenia kwasu fosforowego.

Efektom prac laboratoryjnych było opracowanie optymalnej receptury (tab. 1) i sposobu zestalenia odpadowych włókien nieorganicznych (rys. 1).

Tab. 1. Receptura mieszanki spoiw przeznaczonych do zestalenia odpadowych włókien mineralnych

Składnik	Udział masowy ¹⁾ , %
Popiół lotny	20
Wapno pokarbidowe	20
Cement portlandzki CEM I 32,5	10
Szkło wodne R ⁻¹⁴⁵	5
Kwas fosforowy ($d=1,426 \text{ g/dm}^3$)	2

¹⁾ – udziały wagowe (%) składników w stanie suchym (wapno pokarbidowe) lub w stanie roboczym, liczone w stosunku do ilości włókna odpadowego w stanie suchym



Rys. 1. Schemat procesu zestalenia odpadowych włókien mineralnych

Otrzymywanie i ocena kształtek z odpadowych włókien mieszanych (skala półtechniczna)

Zgodnie z przedstawioną powyżej recepturą wyprodukowano w skali półtechnicznej informacyjną partię kształtek, którą następnie poddano ocenie jakościowej.

Przebieg procesu zestalania (rys. 1)

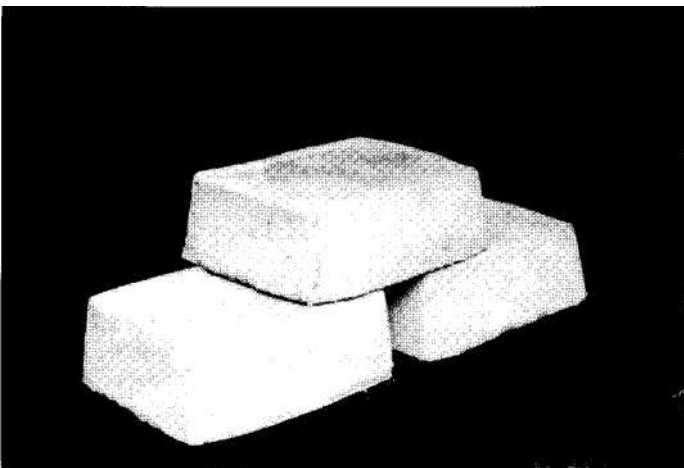
Rozdrobnione włókna odpadowe wprowadza się do okresywnie działającego mieszalnika, zapewniającego wystarczające shomogenizowanie mieszaniny, a następnie - mieszając - stopniowo dodaje się wodną zawiesinę popiołu lotnego, wapna pokarbidowego i cementu portlandzkiego. Po zwilżeniu do wszystkich włókien zawiesziną, jest podawany techniczny kwas fosforowy rozcieńczony wodą w stosunku 1 : 1 oraz rozcieńczone wodą w tym samym stosunku szkło wodne. Całkowita wprowadzona do mieszanki ilość wody, po uwzględnieniu wody wprowadzonej z wapnem pokarbidowym, powinna zapewnić uzyskanie mieszaniny o wilgotności ok. 30-35%. Taka zawartość wody jest konieczna do osiągnięcia płynności mieszanki, wystarczającej do jej przelewania i równomiernego wypełnienia form.

Po dokładnym ujednorodnieniu zawartości mieszalnika, przygotowaną masę wylewa się do form o kształcie prostopadłościanu, których zawartość ubija się wibracyjnie. Wytworzone kształtki pielęgnuje się zgodnie z zasadami pielęgnacji betonów (7 dni) po czym sezonuje w warunkach powietrzno-suchych w ciągu 28 dni. Podczas pierwszego tygodnia sezonowania, gdy produkt jest polewany wodą, jest wymagane zabezpieczenie miejsca sezonowania przed możliwością przedostania się odcieku do gleby.

Ocena produktu kompaktowania

W wyniku skompaktowania odpadowych włókien mineralnych uzyskano prostopadłościenne kształtki o wymiarach 28x22x 13 cm (rys. 2). Ocena właściwości skompaktowanych materiałów włóknistych obejmowała oznaczenie:

- wytrzymałości mechanicznej na ściskanie, zgodnie z normą PN-84/B-04110,
- gęstości pozornej, zgodnie z normą PN-82/G-04537,
- nasiąkliwości wodnej, zgodnie z normą PN-G-04652,
- wodoodporności, zgodnie z normą PN-G-04652,
- wymywalności substancji szkodliwych, polegającej na sporządzeniu wyciągu wodnego z kształtek zgodnie z normą PN-Z-



Rys. 2. Zestalone odpady nieorganicznych włókien sztucznych

15009 „Odpady stałe. Przygotowanie wyciągu wodnego” i oznaczenie w nich następujących wytypowanych wskaźników:

- odczynu (za pomocą pH-metru CP-315 firmy ELMETRON),
- zawartości jonów siarczanowych SO_4^{2-} (zgodnie z procedurą odpowiadającą metodzie zawartej w normie PN-74/C-04566),
- zawartości jonów chlorkowych Cl^- (zgodnie z procedurą odpowiadającą metodzie zawartej w normie PN-78/C-04617)
- całkowitej zawartości substancji organicznych, zgodnie z normą PN-86/C-04573.01

Wyniki przeprowadzonych badań przedstawiono w tabeli 2.

Tab. 2. Właściwości kształtek z odpadów włóknistych mieszanych

Oznaczenie	Wartość
Wytrzymałość mechaniczna na ściskanie, kG/cm ²	14,6
Gęstość pozorna, g/cm ³	1,1
Nasiąkliwość wodna, %	42,4
Wodoodporność, %	112
Analiza wyciągu wodnego:	
- odczyn pH	8,7
- zawartość jonów SO_4^{2-} , mg/dm ³	53,0
- zawartość jonów Cl^- , mg/dm ³	7,0
- zawartość substancji organicznych, mg/dm ³	27,9
- zawartość zanieczyszczeń mechanicznych, mg/dm ³	27,4

Wytrzymałość mechaniczna na ściskanie i wodoodporność wytworzonych kształtek świadczą o możliwości ich deponowania w stosach na odkrytych składowiskach odpadów. Pomimo wysokiej wartości wskaźnika nasiąkliwości wodnej, nasączone kształtki nie tracą swej wytrzymałości mechanicznej na ściskanie, zaobserwowano wręcz wzrost tej wytrzymałości o ok. 12%. Spowodowane jest to wolniejszymi niż w przypadku cementów procesami hydratacji składników popiołu lotnego i wynikającym z tego wolniejszym osiąganiem pełnej wytrzymałości mechanicznej spoiw, zawierających go w swoim składzie. W trakcie oznaczania nasiąkliwości wodnej, przy ponownym kontakcie spoiwa z wodą, następuje dalszy proces jego wiązania.

Nie istnieją oddzielne normatywy, dotyczące ilości substancji szkodliwych z odpadów składowanych na składowiskach, wprowadzanych z wodami odciekowymi do gleb. W celu oceny wymywalności substancji szkodliwych posłużono się więc załącznikiem 2 do Rozporządzenia MOSZ NiL z dnia 5 listopada 1991, dotyczącym najwyższych dopuszczalnych wartości wskaźników zanieczyszczeń w ściekach wprowadzanych do wód i do ziemi. Oznaczone wartości odczynu, zawartości jonów chlorkowych i siarczanowych w wyciągach wodnych z produktów kompaktowania mieszczą się w granicach przewidzianych wspomnianym Rozporządzeniem.

Oszacowany na podstawie cen Górażdże Cement SA i Zakładów Chemicznych Rudniki w Rudnikach (styczeń 2002) koszt spoiwa potrzebny do zestalania 1 Mg suchych odpadów włóknistych wg przedstawionej receptury wynosi ok. 70,9 zł, tzn. koszt spoiwa do wytworzenia 1 Mg kształtek z odpadowych włókien mineralnych wynosi ok. 45,7 zł.

Podsumowanie

Proces zestalania odpadów z mineralnych włókien sztucznych z powodzeniem może być wykorzystywany jako jedna z metod przekształcania fizycznego odpadów, umożliwiającą ich bezpiecz-

ne składowanie. Metoda ta zapewnia kilkakrotne zagęszczenie odpadów, a uzyskane tą drogą kształtki można składować w stosach. Zestalenie eliminuje zjawisko wtórnego pylenia odpadów i wymywania substancji niebezpiecznych.

Decyzja o wykorzystaniu zaproponowanej metody zestalania odpadów włóknistych musi wynikać z analizy zarówno niewymierzalnych efektów ekologicznych, jak i wymiernych efektów ekonomicznych, na które oprócz kosztu zestalania wpływają również, jako tzw. utracone korzyści, koszty z tytułu nieefektywnego transportu, opłat za korzystanie ze środowiska, opłat za składowanie itp.

LITERATURA

- [1] Kuzio B., Labryga B.: Analiza powstawania odpadów włóknistych - stan aktualny i prognozy, *Biuletyn Instytutu Gospodarki Odpadami*, 2 (15), 2002
- [2] Kabala-Dzik A., Pastuszka J.S.: Materiały ogniotrwałe jako źródła emisji aerozolu pyłowego i włóknistego, *Ceramika - Materiały Ogniotrwałe*, 3 (50), 1998
- [3] Witkowska-Kita B., Nieorganiczne włókna sztuczne a zdrowie, *Biuletyn Instytutu Gospodarki Odpadami*, 2 (15), 2002
- [4] Witek J.: Włókniste, izolacyjne materiały ogniotrwałe, *Karbo*, 7/8 (46), 2001
- [5] Borkiewicz J.: Włókna mineralne w budownictwie i przemyśle - produkcja i zastosowanie, Arkady, Warszawa, 1975
- [6] Piórowska H., Witek J.: Nowoczesne materiały izolacyjne, *Materiały Ogniotrwałe*, 3 (46), 1994
- [7] Zalewska L., Mastalski J.: Unieszkodliwianie odpadów włóknistych w procesie ceramizacji, *Biuletyn Instytutu Gospodarki Odpadami*, 2 (15), 2002
- [8] Lukwiński L., Witek J., Jirsa—Ociepa A.: Kierunki zagospodarowania nieorganicznych włókien sztucznych, *Biuletyn Instytutu Gospodarki Odpadami*, 2 (15), 2002
- [9] Wasielewski R., Bigda R., Robak J., Kubica K., Billig R., Kolarz E.: Opracowanie technologii i systemu utylizacji odpadów zawierających nieorganiczne włókna sztuczne, Sprawozdanie z realizacji pracy badawczo-rozwojowej PCZ 010-19, Dokumentacja IChPW, 2001 (niepublikowane)
- [10] Szpadt R.: Składowiska odpadów w nowoczesnych systemach gospodarki odpadami, *Przegląd Komunalny*, 6 (131), 2001
- [11] Sebastian M., Szpadt R., Zestalenie i stabilizacja odpadów przemysłowych, *Przegląd Komunalny*, 12 (123), 2001
- [12] Kubica K.: Opracowanie technologii otrzymywania lepszycy do wytwa-

rzania paliw ekologicznych, Sprawozdanie z realizacji projektu badawczego 7 S203 023 04 pO4, Dokumentacja IChPW, 1996 (niepublikowane)

- [13] Kubica K., Kubica S., Kuśnierz S.: Popioły lotne surowcem do otrzymywania cementów pucolanowych i spoiwa specjalnego przeznaczenia, Materiały konferencyjne VII Międzynarodowej Konferencji „Popioły z energetyki”, Międzyzdroje 2000
- [14] Kubica K., Topolnicka T.: Spoiwa o obniżonej zawartości B(a)P dla procesów kompaktowania materiałów sypkich, Sprawozdanie z pracy badawczej IChPW, Dokumentacja IChPW, 2000 (niepublikowane)
- [15] Robak J., Kubica K., Kubica S.: Granulowane mieszaniny osadowo—popiołowe do zastosowań przyrodniczych, Materiały z VI Ogólnopolskiego Sympozjum GRANULACJA 2001, Puławy - Kazimierz Dolny, 2001
- [16] Robak J., Kubica K.: Gospodarcze wykorzystanie osadów ściekowych metodą współkompaktowania z innymi produktami odpadowymi, Materiały z VIII Sympozjum Ogólnokrajowego HYDROFORUM - EKOLOGIA 2002, Ustroń - Jaszowiec 2002