

STRESZCZENIE

Celem pracy była synteza szkielek krzemionkowych metodą zol-żel i ocena możliwości ich zastosowania w procesie witrifikacji (zeszklenia) odpadów promieniotwórczych. Szkieleki krzemionkowe dotowano surogatami promieniotwórczego izotopu cezu ^{137}Cs oraz promieniotwórczego izotopu strontu ^{90}Sr . Oba wyżej wymienione izotopy powstają wskutek rozszczepienia jądra atomowego. Do struktury szkielek krzemionkowych wprowadzono również surogat promieniotwórczego izotopu kobaltu ^{60}Co . Otrzymano również szkieleki krzemionkowe dotowane neodymem. Neodym jako lantanowiec pełnił funkcję surogatu aktywności. Dotowanie szkielek krzemionkowych surogatami stanowiło pewnego rodzaju symulację zeszklenia pierwiastków, które w odróżnieniu od surogatów emitują promieniowanie jonizujące. Jako surogaty wyżej wspomnianych izotopów promieniotwórczych i aktywności zastosowano azotany cezu, strontu, kobaltu i neodymu.

Metoda zol-żel została zastosowana jako alternatywa do tradycyjnych metod witrifikacji odpadów jądrowych takich, jak: topienie mieszaniny substratów w piecu elektrycznym, wykorzystanie metody zimnego tygla, czy też metody plazmowej. Wadą wymienionych metod jest konieczność prowadzenia procesu zeszklenia odpadów promieniotwórczych w wysokich temperaturach. W takich warunkach istnieje ryzyko uwolnienia izotopów promieniotwórczych do otoczenia oraz konieczność doprowadzania dużych ilości ciepła w procesie przerobu materiału wyjściowego, co znacznie zwiększa koszty prowadzenia procesu. Metoda zol-żel została użyta z założeniem, że pozwoli uzyskać ona dotowane szkieleki krzemionkowe w stosunkowo niskich temperaturach.

Część doświadczalna pracy składała się z kilku etapów. Pierwszym z nich była synteza metodą zol-żel materiałów krzemionkowych zawierających w swojej strukturze cezu, stront, kobalt oraz neodym. Syntezę żeli krzemionkowych dotowanych tymi pierwiastkami przeprowadzono wykorzystując jako substraty: tetraetoksylian (TEOS) $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$, wodę destylowaną i alkohol etylowy. TEOS został użyty jako źródło krzemu, etanol zaś ułatwiał mieszanie się tetraetoksylianu z wodą destylowaną. Z kolei azotan cezu CsNO_3 , azotan strontu $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, azotan neodymu(III) sześciowodny $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ oraz azotan kobaltu(II) sześciowodny $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ stanowiły źródło pierwiastków wprowadzanych w strukturę żeli krzemionkowych. Katalizatorami stosowanymi w metodzie zol-żel był kwas solny lub kwas askorbinowy.

Kolejnym etapem wykonanych doświadczeń była obróbka termiczna żeli krzemionkowych uzyskanych metodą zol-żel w powietrzu atmosferycznym. Obróbka

termiczna prowadziła do uzyskania szkieł krzemionkowych w formie monolitów lub proszków. Żele krzemionkowe obrabiano termicznie w różnych temperaturach. Wyboru temperatur w których prowadzono obróbkę termiczną próbek dokonano na podstawie wyników analizy termicznej przeprowadzonej metodami TG i DTA.

Następny etap prac w części eksperymentalnej polegał na zbadaniu struktury i składu chemicznego szkieł krzemionkowych dotowanych cezem, strontem, neodymem i kobaltem. Strukturę uzyskanych materiałów określono stosując metody XRD i IR. Skład chemiczny próbek określono stosując metodę EDS. Kształt, rozmiar cząstek proszku krzemionki oraz homogeniczność próbek po obróbce termicznej były badane za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM).

Ostatni etap pracy dotyczył testu ługowania cezu, strontu, kobaltu i neodymu z uzyskanych szkieł krzemionkowych. Test ługowania prowadzono w wodzie dejonizowanej. Stężenia pierwiastków wyługowanych ze szkieł krzemionkowych do roztworu wodnego określano z wykorzystaniem techniki ICP-MS. Test ługowania miał wykazać, czy szkła krzemionkowe mogą być w przyszłości zastosowane do zestalania odpadów promieniotwórczych zapewniając trwałe wbudowanie produktów przerobu paliwa w strukturę materiału.

STRESZCZENIE

Celem pracy była synteza szkielek krzemionkowych metodą zol-żel i ocena możliwości ich zastosowania w procesie witrażacji (zeszklenia) odpadów promieniotwórczych. Szkieleki krzemionkowe dotowano surogatami promieniotwórczego izotopu cezu ^{137}Cs oraz promieniotwórczego izotopu strontu ^{90}Sr . Oba wyżej wymienione izotopy powstają wskutek rozszczepienia jądra atomowego. Do struktury szkielek krzemionkowych wprowadzono również surogat promieniotwórczego izotopu kobaltu ^{60}Co . Otrzymano również szkieleki krzemionkowe dotowane neodymem. Neodym jako lantanowiec pełnił funkcję surogatu aktywności. Dotowanie szkielek krzemionkowych surogatami stanowiło pewnego rodzaju symulację zeszklenia pierwiastków, które w odróżnieniu od surogatów emitują promieniowanie jonizujące. Jako surogaty wyżej wspomnianych izotopów promieniotwórczych i aktywności zastosowano azotany cezu, strontu, kobaltu i neodymu.

Metoda zol-żel została zastosowana jako alternatywa do tradycyjnych metod witrażacji odpadów jądrowych takich, jak: topienie mieszaniny substratów w piecu elektrycznym, wykorzystanie metody zimnego tygla, czy też metody plazmowej. Wadą wymienionych metod jest konieczność prowadzenia procesu zeszklenia odpadów promieniotwórczych w wysokich temperaturach. W takich warunkach istnieje ryzyko uwolnienia izotopów promieniotwórczych do otoczenia oraz konieczność doprowadzania dużych ilości ciepła w procesie przerobu materiału wyjściowego, co znacznie zwiększa koszty prowadzenia procesu. Metoda zol-żel została użyta z założeniem, że pozwoli uzyskać ona dotowane szkieleki krzemionkowe w stosunkowo niskich temperaturach.

Część doświadczalna pracy składała się z kilku etapów. Pierwszym z nich była synteza metodą zol-żel materiałów krzemionkowych zawierających w swojej strukturze cezu, stront, kobalt oraz neodym. Syntezę żeli krzemionkowych dotowanych tymi pierwiastkami przeprowadzono wykorzystując jako substraty: tetraetoksylian (TEOS) $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$, wodę destylowaną i alkohol etylowy. TEOS został użyty jako źródło krzemu, etanol zaś ułatwiał mieszanie się tetraetoksylianu z wodą destylowaną. Z kolei azotan cezu CsNO_3 , azotan strontu $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, azotan neodymu(III) sześciowodny $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ oraz azotan kobaltu(II) sześciowodny $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ stanowiły źródło pierwiastków wprowadzanych w strukturę żeli krzemionkowych. Katalizatorami stosowanymi w metodzie zol-żel był kwas solny lub kwas askorbinowy.

Kolejnym etapem wykonanych doświadczeń była obróbka termiczna żeli krzemionkowych uzyskanych metodą zol-żel w powietrzu atmosferycznym. Obróbka

termiczna prowadziła do uzyskania szkieł krzemionkowych w formie monolitów lub proszków. Żele krzemionkowe obrabiano termicznie w różnych temperaturach. Wyboru temperatur w których prowadzono obróbkę termiczną próbek dokonano na podstawie wyników analizy termicznej przeprowadzonej metodami TG i DTA.

Następny etap prac w części eksperymentalnej polegał na zbadaniu struktury i składu chemicznego szkieł krzemionkowych dotowanych cezem, strontem, neodymem i kobaltem. Strukturę uzyskanych materiałów określono stosując metody XRD i IR. Skład chemiczny próbek określono stosując metodę EDS. Kształt, rozmiar cząstek proszku krzemionki oraz homogeniczność próbek po obróbce termicznej były badane za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM).

Ostatni etap pracy dotyczył testu ługowania cezu, strontu, kobaltu i neodymu z uzyskanych szkieł krzemionkowych. Test ługowania prowadzono w wodzie dejonizowanej. Stężenia pierwiastków wyługowanych ze szkieł krzemionkowych do roztworu wodnego określano z wykorzystaniem techniki ICP-MS. Test ługowania miał wykazać, czy szkła krzemionkowe mogą być w przyszłości zastosowane do zestalania odpadów promieniotwórczych zapewniając trwałe wbudowanie produktów przerobu paliwa w strukturę materiału.

STRESZCZENIE

Celem pracy była synteza szkielek krzemionkowych metodą zol-żel i ocena możliwości ich zastosowania w procesie witrażacji (zeszklenia) odpadów promieniotwórczych. Szkieleki krzemionkowe dotowano surogatami promieniotwórczego izotopu cezu ^{137}Cs oraz promieniotwórczego izotopu strontu ^{90}Sr . Oba wyżej wymienione izotopy powstają wskutek rozszczepienia jądra atomowego. Do struktury szkielek krzemionkowych wprowadzono również surogat promieniotwórczego izotopu kobaltu ^{60}Co . Otrzymano również szkieleki krzemionkowe dotowane neodymem. Neodym jako lantanowiec pełnił funkcję surogatu aktywności. Dotowanie szkielek krzemionkowych surogatami stanowiło pewnego rodzaju symulację zeszklenia pierwiastków, które w odróżnieniu od surogatów emitują promieniowanie jonizujące. Jako surogaty wyżej wspomnianych izotopów promieniotwórczych i aktywności zastosowano azotany cezu, strontu, kobaltu i neodymu.

Metoda zol-żel została zastosowana jako alternatywa do tradycyjnych metod witrażacji odpadów jądrowych takich, jak: topienie mieszaniny substratów w piecu elektrycznym, wykorzystanie metody zimnego tygla, czy też metody plazmowej. Wadą wymienionych metod jest konieczność prowadzenia procesu zeszklenia odpadów promieniotwórczych w wysokich temperaturach. W takich warunkach istnieje ryzyko uwolnienia izotopów promieniotwórczych do otoczenia oraz konieczność doprowadzania dużych ilości ciepła w procesie przerobu materiału wyjściowego, co znacznie zwiększa koszty prowadzenia procesu. Metoda zol-żel została użyta z założeniem, że pozwoli uzyskać ona dotowane szkieleki krzemionkowe w stosunkowo niskich temperaturach.

Część doświadczalna pracy składała się z kilku etapów. Pierwszym z nich była synteza metodą zol-żel materiałów krzemionkowych zawierających w swojej strukturze cezu, stront, kobalt oraz neodym. Syntezę żeli krzemionkowych dotowanych tymi pierwiastkami przeprowadzono wykorzystując jako substraty: tetraetoksylian (TEOS) $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$, wodę destylowaną i alkohol etylowy. TEOS został użyty jako źródło krzemu, etanol zaś ułatwiał mieszanie się tetraetoksylianu z wodą destylowaną. Z kolei azotan cezu CsNO_3 , azotan strontu $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, azotan neodymu(III) sześciowodny $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ oraz azotan kobaltu(II) sześciowodny $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ stanowiły źródło pierwiastków wprowadzanych w strukturę żeli krzemionkowych. Katalizatorami stosowanymi w metodzie zol-żel był kwas solny lub kwas askorbinowy.

Kolejnym etapem wykonanych doświadczeń była obróbka termiczna żeli krzemionkowych uzyskanych metodą zol-żel w powietrzu atmosferycznym. Obróbka

termiczna prowadziła do uzyskania szkieł krzemionkowych w formie monolitów lub proszków. Żele krzemionkowe obrabiano termicznie w różnych temperaturach. Wyboru temperatur w których prowadzono obróbkę termiczną próbek dokonano na podstawie wyników analizy termicznej przeprowadzonej metodami TG i DTA.

Następny etap prac w części eksperymentalnej polegał na zbadaniu struktury i składu chemicznego szkieł krzemionkowych dotowanych cezem, strontem, neodymem i kobaltem. Strukturę uzyskanych materiałów określono stosując metody XRD i IR. Skład chemiczny próbek określono stosując metodę EDS. Kształt, rozmiar cząstek proszku krzemionki oraz homogeniczność próbek po obróbce termicznej były badane za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM).

Ostatni etap pracy dotyczył testu ługowania cezu, strontu, kobaltu i neodymu z uzyskanych szkieł krzemionkowych. Test ługowania prowadzono w wodzie dejonizowanej. Stężenia pierwiastków wyługowanych ze szkieł krzemionkowych do roztworu wodnego określano z wykorzystaniem techniki ICP-MS. Test ługowania miał wykazać, czy szkła krzemionkowe mogą być w przyszłości zastosowane do zestalania odpadów promieniotwórczych zapewniając trwałe wbudowanie produktów przerobu paliwa w strukturę materiału.

STRESZCZENIE

Celem pracy była synteza szkielek krzemionkowych metodą zol-żel i ocena możliwości ich zastosowania w procesie witrażacji (zeszklenia) odpadów promieniotwórczych. Szkieleki krzemionkowe dotowano surogatami promieniotwórczego izotopu cezu ^{137}Cs oraz promieniotwórczego izotopu strontu ^{90}Sr . Oba wyżej wymienione izotopy powstają wskutek rozszczepienia jądra atomowego. Do struktury szkielek krzemionkowych wprowadzono również surogat promieniotwórczego izotopu kobaltu ^{60}Co . Otrzymano również szkieleki krzemionkowe dotowane neodymem. Neodym jako lantanowiec pełnił funkcję surogatu aktywności. Dotowanie szkielek krzemionkowych surogatami stanowiło pewnego rodzaju symulację zeszklenia pierwiastków, które w odróżnieniu od surogatów emitują promieniowanie jonizujące. Jako surogaty wyżej wspomnianych izotopów promieniotwórczych i aktywności zastosowano azotany cezu, strontu, kobaltu i neodymu.

Metoda zol-żel została zastosowana jako alternatywa do tradycyjnych metod witrażacji odpadów jądrowych takich, jak: topienie mieszaniny substratów w piecu elektrycznym, wykorzystanie metody zimnego tygla, czy też metody plazmowej. Wadą wymienionych metod jest konieczność prowadzenia procesu zeszklenia odpadów promieniotwórczych w wysokich temperaturach. W takich warunkach istnieje ryzyko uwolnienia izotopów promieniotwórczych do otoczenia oraz konieczność doprowadzania dużych ilości ciepła w procesie przerobu materiału wyjściowego, co znacznie zwiększa koszty prowadzenia procesu. Metoda zol-żel została użyta z założeniem, że pozwoli uzyskać ona dotowane szkieleki krzemionkowe w stosunkowo niskich temperaturach.

Część doświadczalna pracy składała się z kilku etapów. Pierwszym z nich była synteza metodą zol-żel materiałów krzemionkowych zawierających w swojej strukturze cezu, stront, kobalt oraz neodym. Syntezę żeli krzemionkowych dotowanych tymi pierwiastkami przeprowadzono wykorzystując jako substraty: tetraetoksylian (TEOS) $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$, wodę destylowaną i alkohol etylowy. TEOS został użyty jako źródło krzemu, etanol zaś ułatwiał mieszanie się tetraetoksylianu z wodą destylowaną. Z kolei azotan cezu CsNO_3 , azotan strontu $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$, azotan neodymu(III) sześciowodny $\text{Nd}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ oraz azotan kobaltu(II) sześciowodny $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ stanowiły źródło pierwiastków wprowadzanych w strukturę żeli krzemionkowych. Katalizatorami stosowanymi w metodzie zol-żel był kwas solny lub kwas askorbinowy.

Kolejnym etapem wykonanych doświadczeń była obróbka termiczna żeli krzemionkowych uzyskanych metodą zol-żel w powietrzu atmosferycznym. Obróbka

termiczna prowadziła do uzyskania szkieł krzemionkowych w formie monolitów lub proszków. Żele krzemionkowe obrabiano termicznie w różnych temperaturach. Wyboru temperatur w których prowadzono obróbkę termiczną próbek dokonano na podstawie wyników analizy termicznej przeprowadzonej metodami TG i DTA.

Następny etap prac w części eksperymentalnej polegał na zbadaniu struktury i składu chemicznego szkieł krzemionkowych dotowanych cezem, strontem, neodymem i kobaltem. Strukturę uzyskanych materiałów określono stosując metody XRD i IR. Skład chemiczny próbek określono stosując metodę EDS. Kształt, rozmiar cząstek proszku krzemionki oraz homogeniczność próbek po obróbce termicznej były badane za pomocą skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM).

Ostatni etap pracy dotyczył testu ługowania cezu, strontu, kobaltu i neodymu z uzyskanych szkieł krzemionkowych. Test ługowania prowadzono w wodzie dejonizowanej. Stężenia pierwiastków wyługowanych ze szkieł krzemionkowych do roztworu wodnego określano z wykorzystaniem techniki ICP-MS. Test ługowania miał wykazać, czy szkła krzemionkowe mogą być w przyszłości zastosowane do zestalania odpadów promieniotwórczych zapewniając trwałe wbudowanie produktów przerobu paliwa w strukturę materiału.