

▪ Adiunkt (2001 – nadal)

2001 – 2004	Kierownik Zakładu Gipsu, Instytut Mineralnych Materiałów Budowlanych w Opolu, Oddział w Krakowie (obecnie Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych);
2004 - 2007	Zastępca Dyrektora ds. naukowo-badawczych Instytutu Mineralnych Materiałów Budowlanych w Opolu (obecnie Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych);
2007 - 2010	Zastępca Dyrektora Oddziału Mineralnych Materiałów Budowlanych w Krakowie (obecnie Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych);
IV.2009-XII.2009	Dyrektor Oddziału Szkła, Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych – oddelegowany przez Dyrektora Instytutu do przeprowadzenia restrukturyzacji i modernizacji Oddziału Szkła w związku z planowanym przyłączeniem do Oddziału Mineralnych Materiałów Budowlanych;
2010 - 2017	Z-ca Dyrektora Oddziału Szkła i Materiałów Budowlanych w Krakowie, Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych;
2017 - 2018	Dyrektor Oddziału Szkła i Materiałów Budowlanych w Krakowie, Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych.
2018 – nadal	Dyrektor Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Warszawie.

4. Wskazanie osiągnięcia naukowego, uzyskanego po otrzymaniu stopnia doktora, stanowiącego znaczny wkład w rozwój dyscypliny budownictwo zgodnie z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki:

- a) **Wpływ wybranych tlenków metali ciężkich na proces wiązania cementu i jego znaczenie w budownictwie** – monografia habilitacyjna wydana w 2018r. przez Komitet

Inżynierii Lądowej i Wodnej Polskiej Akademii Nauk, jako zeszyt nr 98 Studiów z Zakresu Inżynierii, ISSN 0137-5393, ISBN 978-939534-2-4.

- b) omówienie celu naukowego w/w pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

Metale ciężkie takie jak: cynk, ołów, wanad i miedź są opóźniaczami wiązania cementu, co jest znane co najmniej od roku 1958. Od tego czasu zaczęły pojawiać się prace na ten temat, które ostatecznie podsumował Neville w swojej monografii „Właściwości Betonu”. Znaczenie tych metali dla budownictwa związane jest z możliwością ich występowania między innymi w kruszywach, co może powodować zakłócenia procesów wiązania betonu na budowie. W związku z tym Neville na podstawie swoich badań zaleca oznaczenia czasu wiązania betonu wytwarzanego z nieznanego kruszywa, aby uniknąć konsekwencji.

W badaniach wykonanych w Instytucie Ceramiki i Materiałów Budowlanych okazało się, że w przypadkach cementów, do których dodawano anhydryt II zamiast gipsu, cynk może powodować efekt odwrotny, polegający na znacznym przyspieszeniu procesu wiązania cementu. W związku z tymi wynikami doświadczalnymi konieczne było zbadanie czynników decydujących o wpływie najważniejszych metali ciężkich na proces wiązania cementu w betonie. Poznanie tych czynników pozwoli na uniknięcie w przyszłości niespodziewanych zakłóceń procesów wiązania betonu i tym samym wyeliminowanie możliwości występowania kłopotów na budowach. Podstawowym celem rozprawy było więc przedstawienie wyników badań dotyczących wpływu najważniejszych metali ciężkich na proces wiązania cementu portlandzkiego, który jest spoiwem najczęściej stosowanym do produkcji betonu.

Podjęte badania obejmowały wpływ trzech metali ciężkich, a mianowicie ołowiu, wanadu i miedzi na proces wiązania dwóch portlandzkich cementów specjalnych CEM I 52,5N-SR3/NA oraz CEM I 52, NA. W tych cementach jest stosowany anhydryt II, do regulacji procesu wiązania. Dla porównania badaniami klasyczny cement CEM I 42,5R, z dodatkiem gipsu. W celu uzyskania danych wyjściowych zbadano także wiązanie tych cementów, bez dodatku metali ciężkich.

Badania obejmowały przede wszystkim skład fazowy zaczynów z tych cementów w trakcie wiązania oraz stężenia metali ciężkich i jonów siarczanowych w fazie ciekłej w tych zaczynach. Przeprowadzone doświadczenia pozwoliły na uzyskanie szeregu oryginalnych wyników, które rzucają nowe światło na mechanizm wpływu metali ciężkich na proces wiązania cementów. Uzyskane wyniki umożliwiły wyciągnięcie szeregu wniosków naukowych, jednak ważnych także dla praktyki budowlanej oraz zaproponowanie modeli opisujących te procesy.

Jak wykazano w badaniach, proces wiązania cementów zależy w dużym stopniu od zawartości glinianu trójwapniowego i od rodzaju zastosowanego siarczanu, który reguluje jego przebieg. W przypadku normalnej zawartości C_3A , to jest około 9%, ettringit bierze udział w całym procesie wiązania cementu i wpływa na czasy początku oraz końca wiązania. Z tego powodu na klasycznym schemacie zmian składu fazowego zaczynu w trakcie tego procesu, zaproponowanym przez Lochera i Richartza, krzywa zawartości ettringitu powinna wykazywać pewien wzrost w okresie od jednej godziny do 6 godzin. Tak należałoby zmienić ten schemat w oparciu o wyniki moich doświadczeń.

W przypadku cementów z dodatkiem anhydrytu II, przy klasycznym składzie klinkieru, pomimo znacznie mniejszego stężenia jonów siarczanowych w fazie ciekłej zaczynu ettringit także krystalizuje i jego wpływ jest porównywalny z wpływem C-S-H. Jednak wpływ tej ostatniej fazy jest dominujący. Natomiast jak wykazały moje doświadczenia w przypadku cementu specjalnego CEM I 52,5N-SR3/NA, który ma małą zawartość C_3A , ettringit ma wpływ tylko na koniec wiązania. Jest to spowodowane małym stężeniem nie tylko jonów siarczanowych, lecz także glinianowych w fazie ciekłej w porach zaczynu.

Jak wykazano w badaniach opóźniający wpływ cynku i ołowiu, lub ich tlenków, na proces wiązania, zależy od stężenia jonów siarczanowych w fazie ciekłej w zaczynie cementowym. Normalne stężenie jonów siarczanowych typowe dla gipsu i wynoszące około 0,7 mola/L powoduje opóźniający efekt obu metali ciężkich: cynku i ołowiu. Ten efekt opóźniający jest spowodowany przez utworzenie ciągłej warstewki wodorotlenku cynku, co wykazali w przypadku cynku Arliguie i Grandet oraz siarczanu ołowiu, co wykazałem w moich badaniach.

Małe stężenie jonów siarczanowych wywołuje odwrotny efekt, polegający na przyspieszeniu wiązania cementu w przypadku ołowiu i cynku. To bardzo szybkie wiązanie, trwające około 20 minut jest spowodowane krystalizacją ettringitu, co wykazałem doświadczalnie. Stanowi to także dowód, że w tych warunkach nie tworzy się ciągła warstewka ettringitu na kryształach C_3A . Ten przyspieszający wpływ ołowiu i cynku jest inny niż w przypadku wanadu, którego dodatek nie zapobiega powstawaniu nieprzepuszczalnej warstewki ettringitu na glinianie trójwapniowym. W związku z tym początek wiązania cementu z dodatkiem tego metalu nie ulega większym zmianom. Jednak hydroliza alitu zostaje znacznie opóźniona, co powoduje znaczne wydłużenie czasu końca wiązania. Wnioski z przeprowadzonych badań można podsumować następująco:

1) decydującym czynnikiem, który determinuje wpływ metali ciężkich na proces wiązania jest stężenie jonów siarczanowych w fazie ciekłej zaczynu,

- 2) decydującą rolę odgrywa także szybkość rozpuszczania tlenków metali ciężkich lub także tych metali w przypadku cynku i miedzi,
- 3) w przypadku małej szybkości rozpuszczania metali ciężkich, a więc małego ich stężenia w roztworze w okresie wiązania cementu, powstaje nieprzepuszczalna warstewka ettringitu na kryształach C_3A i wpływ tych metali na początek wiązania jest nieznaczny. Praktycznie nie mają one wpływu na początek wiązania cementu. Są to przypadki wanadu i miedzi,
- 4) jeżeli ta szybkość rozpuszczania jest bardzo mała, to taki metal nie ma także wpływu na koniec wiązania, które rozpocznie się wcześniej. Jest to przypadek miedzi.

Miedź ma zupełnie inny wpływ na wiązanie cementu w porównaniu z innymi badanymi metalami. Na skutek małej szybkości rozpuszczania nie zapobiega on powstawaniu nieprzepuszczalnych otoczek na kryształach C_3A ani alitu. Miedź nie ma więc większego wpływu tak na początek, jak i na koniec wiązania cementu portlandzkiego. Nawet zwiększenie stężenia jonów siarczanowych w fazie ciekłej zaczynu nie powoduje większych zmian w czasie końca wiązania.

Na koniec wypada powtórzyć, że aby uniknąć komplikacji w produkcji betonu lub na budowie z czasem wiązania betonu, należy w przypadku stosowania nieznanych kruszyw zbadać wcześniej ich wpływ na czas wiązania cementu. Taką opinie wyraża Neville we wstępie do swojej monografii.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych wnioskodawcy, świadczących o istotnej aktywności naukowej habilitanta

Studia wyższe odbyłem w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, na kierunku Technologia Chemiczna, które ukończyłem w roku 1995 uzyskując stopień magistra inżyniera. W tym samym roku rozpocząłem pracę w Instytucie Mineralnych Materiałów Budowlanych, w Oddziale w Krakowie. Przez jeden rok byłem inżynierem stażystą, a w październiku 1996 roku zostałem powołany przez Dyrektora Instytutu na stanowisko asystenta w Zakładzie Gipsu. Był to równocześnie początek mojej działalności naukowej, która głównie dotyczyła możliwości wykorzystania gipsu z odsiarczania spalin do wytwarzania gipsu półwodnego i spoiw pochodnych. Wyniki tych prac stanowiły treść dwóch publikacji dwuautorskich w czasopiśmie Cement Wapno Beton (CWB). Równocześnie w roku 1995 rozpocząłem pięcioletnie studia doktoranckie w AGH na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Ceramiki. W tym czasie brałem również udział w rozruchu pierwszej w Polsce instalacji odsiarczania spalin w Elektrowni Bełchatów.

Moje badania naukowe dotyczyły w dalszym ciągu wykorzystania gipsu z odsiarczania spalin do produkcji różnych odmian spoiw gipsowych. Wyniki tych doświadczeń pozwoliły mi na przygotowanie rozprawy doktorskiej pod tytułem: „Hydrofobizacja lekkich, poryzowanych zaczynów z gipsu syntetycznego, otrzymywanego w procesie odsiarczania spalin”. Moim promotorem w tym przewodzie był dr hab. Stanisław Peukert, prof. IMMB, a recenzentami profesorowie Jacek Śliwiński (Politechnika Krakowska) i Jerzy Dyczek (Akademia Górniczo-Hutnicza). Rozprawę doktorską obroniłem w czerwcu 2000 roku w AGH przed Radą Wydziału Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, uzyskując stopień doktora nauk technicznych, w dyscyplinie technologia chemiczna. Na podstawie tego dorobku zostałem powołany przez Dyrektora Instytutu na stanowisko adiunkta w lipcu 2000 roku. Wyniki tych badań zostały wykorzystane w aplikacji budowlanej. W Gdyni firma Sewaco Sp. z o.o. wybudowała osiedle budynków jedno- i wielorodzinnych w technologii opisanej w rozprawie doktorskiej. Ściany tych budynków zostały wzniesione z bloczków gipsowych poryzowanych i hydrofobizowanych, do produkcji których wykorzystano gips pochodzący z Instalacji Odsiarczania Gazów Spalinowych metodą mokrą wapienną w Elektrowni Bełchatów.

Z końcem roku 2000 Dyrektor Instytutu powierzył mi pełnienie obowiązków Kierownika Zakładu Gipsu. Moja pozytywnie oceniona działalność naukowa i organizacyjna w tym Zakładzie skłoniły Dyrektora Instytutu do powierzenia mi stanowiska Kierownika Zakładu od 1 stycznia 2001 roku.

Był to niezwykle trudny czas, ponieważ polski przemysł mineralnych materiałów budowlanych został całkowicie przejęty przez zachodnie koncerny. Jednakże udało nawiązać się współpracę z czołowymi firmami tej branży (Knauf, Lafarge, Norgips, Rigips) realizując prace badawczo-rozwojowe, inżynierskie i eksperckie. Kolejnym zadaniem jakie postawił przede mną Dyrektor było przygotowanie laboratorium Zakładu do uzyskania statusu akredytacji przez Polskie Centrum Akredytacji, co również po dwóch latach udało się osiągnąć.

Moje prace badawcze po doktoracie w dalszym ciągu koncentrowały się na zagadnieniach związanych ze stosowaniem spoiw gipsowych w budownictwie. Pierwsza, która została opublikowana w czasopiśmie Cement Wapno Beton w roku 2001, a współautorem był Malata, dotyczyła wpływu morfologii kryształów gipsu półwodnego β na trwałość właściwości technologicznych gipsu budowlanego. Badania pod elektronowym mikroskopem skaningowym wykazały, że wielkość kryształów fazy β $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ w próbkach pierwotnych nie przekraczała kilkudziesięciu mikronów. Krótkotrwałe rozdrabnianie nieprzekraczające 5 minut powoduje znaczne zmniejszenie wahań właściwości gipsu budowlanego. Jest to spowodowane usunięciem spękań powierzchniowych występujących na kryształach. Powoduje to stabilizację właściwości

gipsu budowlanego, co ma bardzo duże znaczenie w budownictwie w przypadku jego zastosowania do wykonywania gipsowych wypraw tynkarskich, gładzi gipsowych. Tym większe miało to znaczenie, że był to czas dużego rozwoju tej części przemysłu materiałów budowlanych związanych z produkcją i wykorzystaniem na szeroką skalę gipsowych materiałów wykończeniowych. Zyskiwały one coraz to większą popularność.

W związku z powyższym oraz moimi licznymi kontaktami z producentami spoiw gipsowych i realizacja zamawianych przez nich prac badawczych pozwoliła mi na poznanie problemów związanych ze sprzedażą tych wyrobów w Polsce. Na tej podstawie opracowałem i opublikowałem artykuł w CWB [zeszyt 5 w 2002 roku artykuł „Rynek gipsowy w Polsce”, Załącznik 4, pkt II A, lp. 3], który ku mojemu zaskoczeniu cieszył się bardzo dużą poczytnością. Trud jego opracowania opłacił się w pełni.

Kolejna praca badawcza dotyczyła trwałości tynków gipsowych na podłożu betonowym [autorzy Pichniarczyk, Malata, Sobala, CWB, zeszyt 5, 2002 rok] [Załącznik 4, pkt II A, lp. 4], a została spowodowana częstymi przypadkami odpadania tych tynków. Jedną z przyczyn jest mała porowatość warstwy betonu-podłoża, jednak doświadczenia wykazały, że nakładanie tynku gipsowego powinno przebiegać w warunkach powietrzno-suchych, a podłoże betonowe powinno być uprzednio „gruntowane”. Przestrzeganie tych zasad daje przyczepność tynku gipsowego przekraczającego 3 MPa i zapewnia jego trwałość. Odpowiednie przygotowanie podłoża betonowego pozwala wyeliminować niekorzystne reakcje chemiczne i fizyczne na styku gips-beton, które związane są z krystalizacją ettringitu, karbonatyzacją $\text{Ca}(\text{OH})_2$ czy wtórną krystalizacją gipsu $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Procesy te związane są ze wzrostem ciśnienia krystalizacji w związku z zwiększeniem objętości powstających kryształów, co prowadzi do fizycznego odspojenia tynku gipsowego od podłoża betonowego.

W roku 2004 w wyniku zmian kadrowych w Instytucie Mineralnych Materiałów Budowlanych, Dyrektor doceniając mój rozwój naukowy i zdolności organizacyjne, powołał mnie na stanowisko Zastępcy Dyrektora Instytutu ds. naukowo-badawczych. W tych latach byłem chyba najmłodszym członkiem dyrekcji w instytutach badawczych w Polsce. Pozwoliło mi to na udział w szerszych zespołach badawczych realizujących inne zagadnienia związane z przemysłem mineralnych materiałów budowlanych.

Kolejne prace badawcze prowadzona wspólnie z Malatą dotyczyły wpływu chlorków baru i strontu na właściwości wyrobów z gipsu [publikacja w CWB, zeszyt 2, 2009 rok] [Załącznik 4, pkt II A, lp. 5]. W pracy zbadano wpływ chlorków baru i strontu na wytrzymałość stwardniałych zaczynów gipsowych. W wyniku nawilżania chlorkiem strontu próbek gipsu, a zwłaszcza w

przypadku wcześniejszego nawilżania ich siarczanem potasu, wzrasta wytrzymałość beleczek z gipsu i zwiększa się współczynnik rozmiękania. Natomiast chlorek baru nie wywiera wpływu na właściwości próbek gipsowych. Oba jony tworzą w próbkach gipsowych siarczany: baryt i celestyn. Nawilżanie beleczek gipsowych roztworem wodnym K_2SO_4 powoduje powstawanie syngenitu, który lokuje się głównie w warstwie powierzchniowej próbek.

Duże znaczenie poznawcze miały doświadczenia przeprowadzone razem z Najduchowską, dotyczące dodatku związków hydrofobowych na właściwości zapraw z gipsu budowlanego i cementu [pracę opublikowano w CWB, zeszyt 3, s. 141-148, 2010 rok] [Załącznik 4, pkt II A, , lp. 7]. Miały one przede wszystkim na celu zwiększenie odporności spoiw gipsowych i zapraw cementowych na działanie wody. Zbadano wpływ całego szeregu związków krzemooorganicznych. Mały dodatek tych związków, wynoszący 0,2% masy spoiwa, spowodował opóźnienie reakcji gipsu z wodą co przejawiało się przesunięciem w czasie początku i końca wiązania. Natomiast na krzywych ciepła hydratacji przedłużeniem okresu indukcji oraz spadkiem ilości ciepła. Szczególnie korzystny wpływ na mikrostrukturę zaczynów i zapraw gipsowych uzyskano w wyniku zastosowania polidwumetylo-siloksanu. W wyniku dodatku tej domieszki otrzymano zaprawy o bardzo małej zwilżalności powierzchniowej i bardzo małym podciąganiu kapilarnym wody. Zaprawy te wykazały zmniejszoną nasiąkliwość i zwiększoną odporność na zamrażanie – rozmrażanie. Natomiast zastosowanie roztworu żywicy metylosilikonowej spowodowało zmniejszenie nasiąkliwości i zwiększenie wytrzymałości w stanie pełnego zawilgocenia stwardniałych zaczynów gipsowych, przy zachowaniu korzystnych właściwości fizycznych w stanie suchym. Korzystny wpływ tej domieszki związany jest zmniejszeniem porowatości zapraw oraz ze zmianą kształtu i wielkości kryształów gipsu dwuwodnego.

Jedną z prac badawczych poświęconą była włóknistym kompozytom gipsowym w osnowie polimerowej jako alternatywa dla tradycyjnych materiałów termoizolacyjnych. Prowadzone przez dwa lata badania wykazały, że do otrzymywania włóknistych odmian gipsu metodą rekrytalizacji można stosować surowce odpadowe, do których należy między innymi gips syntetyczny. Uzyskany w roztworze kwasu siarkowego kompozyt złożony z gipsu dwuwodnego lub anhydrytu poddaje się impregnacji przez nasycenie spoiwem polimerowym, głównie żywicami silikonowymi. Uzyskane materiały gipsowo-polimerowe mają właściwości porównywalne z tradycyjną wełną mineralną. Ich gęstość, w przypadku polimeru Sil 1, wynosi $0,20 \text{ g/cm}^3$, podczas gdy wełna mineralna ma $0,25 \text{ g/cm}^3$; współczynnik przewodzenia ciepła z tym samym polimerem Sil 1 = $0,046 \text{ W/mK}$, a wełna mineralna ma $0,035 \text{ W/mK}$. Otrzymany rodzaj wełny mineralnej łączy specyficznie korzystne właściwości wyrobów gipsowych:

- Cechy izolacyjności cieplnej i akustycznej z możliwością uzyskiwania go w relatywnie niskich temperaturach około 100°C, w odróżnieniu od istniejących odmian wełny mineralnej, wytwarzanych w temperaturach 1000-1400°C.

- Możliwość zastosowania w produkcji kompozytów gipsów chemicznych, powstających jako produkt uboczny w procesach przemysłowych lub przy odsiarczaniu spalin. Ze względów technologicznych polski przemysł nie przetwarza obecnie wielu z tych surowców.

Wyniki badań zostały opublikowane w CWB, zeszyt 4 str.243-249, 2012 rok [Załącznik 4, pkt II A, lp. 9]. Współautorami byli Malata i Szeląg. Przedstawione badania finansowane były w ramach grantu MNiSW N507 330 936 „Gipsowe kompozyty włókniste”.

Zakład Gipsu w Oddziale Krakowskim Instytutu Ceramiki i Materiałów Budowlanych zajmował się również technologią produkcji zapraw klejowych do płytek ceramicznych. W związku z tym, że występowały duże różnice właściwości klejowych zapraw cementowych problem ten stał się przedmiotem kolejnej serii prac badawczych.

Pierwsza praca z tej serii dotyczyła wpływu metylocelulozy na właściwości klejowych zapraw cementowych [CWB, nr 6 s. 359-365, 2010, współautorzy: Sobala i Nosal; Załącznik 4, pkt II A, lp. 6]. Przeprowadzone doświadczenia wykazały, że zaprawa cementowa bez dodatku metylocelulozy nie spełnia wymagań normy PN-EN 12004:2008 i nie zapewnia odpowiedniej przyczepności płytek ceramicznych do podłoża z betonu. Natomiast dodatek metylocelulozy o lepkości 70 Pa·s ma bardzo korzystny wpływ na właściwości fizyczne tych zapraw. Stosowanie metylocelulozy o mniejszej lepkości, to jest 40 i 15 Pa·s nie zapewnia dobrych właściwości zaprawom klejowym. Badania mikrostruktury stwardniałej zaprawy wskazały duży wpływ metylocelulozy, przede wszystkim na morfologię fazy C-S-H, która jak wiadomo decyduje o wytrzymałości zaczynu. Równocześnie występują kryształy gipsu, który nie uległ reakcji z glinianami wapniowymi. Wyjaśnienie tego zjawiska wymagało dalszych badań.

W celu lepszego poznania wpływu metylocelulozy na właściwości cementowych zapraw klejowych podjąłem pracę badawczą dotyczącą dodatku tej domieszki na hydratację glinianu trójwapniowego [CWB, nr 2, s. 65-73, 2013; Załącznik 4, pkt II A, lp. 11]. Przeprowadzone doświadczenia wykazały, że pomimo bardzo małego dodatku metylocelulozy wynoszącego około 0,3% masy cementu zmiany te są bardzo duże. Polegają one przede wszystkim na utrzymywaniu się znacznej zawartości gipsu w zaczynie, praktycznie aż do zakończenia procesu hydratacji. W wyniku hydratacji powstaje głównie monosiarczan i uwodniony glinian heksagonalny C_4AH_{14} .

Następną pracą z tej serii było badanie wpływu metylocelulozy na reakcję alitu z wodą [CWB, 4, s. 245-252, 2013; Załącznik 4, pkt II A, lp. 12]. Dodatek metylocelulozy zmniejsza

szybkość reakcji alitu z wodą, natomiast równoczesny dodatek gipsu znacznie zmniejsza ten efekt domieszki. Jednak w obu przypadkach okres indukcji jest dłuższy, a główne maksimum na krzywej szybkości wydzielania ciepła ma znacznie mniejszą wielkość.

Kolejne badania dotyczyły wpływu dodatku metylocelulozy na proces reakcji C_3S i C_3A z wodą zakończyły doświadczenia wpływu tej domieszki na hydratację mieszaniny alitu z glinianem trójwapniowym. Badania wykazały, że dodatek metylocelulozy znacznie zmniejsza szybkość reakcji tej mieszaniny z wodą, natomiast wpływ ten jest wyraźnie mniejszy w przypadku dodatku gipsu [CWB, 2014, nr 6, str. 405-415; Załącznik 4, pkt II A, lp. 13].

Grupę doświadczeń dotyczących wpływu metylocelulozy na hydratację C_3A i C_3S zamykały badania tego procesu za pomocą kalorymetrii, które dostarczyły oryginalnych, nowych danych. Nie było dotychczas pomiarów takiego układu i bardzo interesujący był przebieg krzywych szybkości wydzielania ciepła, który modyfikował główny pik wskazując na przyspieszający wpływ glinianu trójwapniowego na hydrolizę syntetycznego alitu. Można przypuszczać, że powstawanie uwodnionych glinianów wapnia wiążąc jony wapnia, przyspiesza hydrolizę alitu. Pracę tę opublikowałem razem z Malatą w czasopiśmie *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, t. 126, nr 3 w 2016 roku [Załącznik 4, pkt II A, lp. 21].

Dalszą serię badań obejmujących kleje cementowe do płytek ceramicznych z różnym dodatkiem metylocelulozy stanowiła praca opublikowana razem z Niziurską w czasopiśmie *Construction and Building Materials* 77, s. 227-232, 2015, [Załącznik 4, pkt II A, lp. 15]. Najważniejsze wnioski z wyników badań były następujące. Jeszcze raz potwierdzono, że zaprawy cementowe bez dodatku metylocelulozy nie spełniają wymagań normy EN 12004 i nie zapewniają odpowiedniej przyczepności płytek ceramicznych do podłoża. Natomiast dodatek metylocelulozy o lepkości plastycznej 70 Pas zaprawy cementowe wykazują bardzo dobre właściwości fizyczne. Metyloceluloza o mniejszej lepkości nie zapewnia tak korzystnego wpływu na właściwości zaprawy. W przypadku dobrania właściwego stosunku w/c zaprawy dodatek metylocelulozy nie ma niekorzystnego wpływu na lepkość i gęstość tych zapraw. Dodatek metylocelulozy opóźnia hydratację cementu, co już stwierdziłem we wcześniejszych pracach. Metyloceluloza wpływa także na mikrostrukturę stwardniałych zapraw i ze wzrostem jej lepkości rośnie także zawartość C-S-H o żelowej morfologii. Równocześnie pojawiają się kryształy gipsu, który nie przereagował z jonami glinianowymi. Tak więc potwierdziły się wyniki moich badań uproszczonych układów zawierających tylko C_3A lub jej mieszaninę z alitem.

Przeprowadziłem także uzupełniające badania wpływu metylocelulozy na hydratację cementu [CWB, nr 3, str. 186-192, 2015; Załącznik 4, pkt II A, lp. 16], w których położyłem

szczególny nacisk na badania mikrostruktury stwardniałego zaczynu. W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu dodatku metylocelulozy na szybkość reakcji cementu z wodą, co stanowi ważne uzupełnienie wcześniejszych moich prac związanych z wpływem tej domieszki na reakcję z wodą glinianu trójwapniowego, alitu oraz mieszaniny tychże faz. Do badań wykorzystano cement CEM I 52,5N-HSR/NA oraz hydroksypropylometylocelulozę o lepkości plastycznej 70 Pa·s. Badania wykazały, że dodatek metylocelulozy ma duży wpływ na przebieg hydratacji cementu w początkowych godzinach hydratacji. Wyniki oznaczeń rentgenograficznych jak i obserwacje mikrostruktury pod mikroskopem elektronowym potwierdzają obecność gipsu po 24 godzinach hydratacji cementu z dodatkiem metylocelulozy. Ponadto dodatek metylocelulozy nie tylko hamuje powstawanie ettringitu lecz także monosiarczanu. Powyższe obserwacje potwierdzają wcześniejsze moje badania dotyczące hydratacji podstawowych faz cementowych w obecności metylocelulozy.

Ponadto zbadałem wpływ metylocelulozy na powstawanie gradientu składu w zaprawach cementowych [praca niepublikowana]. Dwa znane efekty, zdolność metylocelulozy do przemieszczania się z wodą zarobową oraz wpływ tej domieszki na właściwości transportowe cieczy porowej w zaprawach, powodują nierównomierne rozmieszczenie składników w wiążących i wysychających zapraw cementowych. W pracy przedstawiono analizę rozmieszczenia przestrzennego metylocelulozy w zaprawie cementowej oraz podjęto próbę powiązania go z rozmieszczeniem składników zaprawy i produktów hydratacji cementu. Badania wykonano z zastosowaniem technik DTA/QMS uzupełnionych badaniami IR, XRD, SEM i Ramana. W badaniu modelowej cementowej zaprawy z udziałem metylocelulozy potwierdzono występowanie omawianego dla zapraw klejowych efektu lokalnej koncentracji metylocelulozy w strefie kontaktowej z podłożem. Z racji innej specyfiki stosowania, brak pokrycia warstwą nieprzepuszczalną intensyfikuje ruch cieczy do powierzchni swobodnej. Zdecydowanie bardziej modyfikowana jest strefa zewnętrzna wyrobu. Zmianom rozkładu fazy organicznej (MC) towarzyszy analogiczna zmiana dotycząca składników mineralnych, ograniczona jednak do nowopowstających produktów hydratacji i karbonatyzacji. Dysproporcja ta ma dwie równoległe występujące przyczyny – transport masy wraz z roztworem MC (widoczny poprzez porównanie równomiernego rozkładu anhydrytu z powierzchniową koncentracją uwodnionego gipsu) oraz nierówny dostęp do migrującej wilgoci (obserwowany jako zmiany w stopniu przereagowania belitu, zwiększającego się przy powierzchni zewnętrznej warstwy zaprawy). W badaniu XRD nie zaobserwowano efektu migracji stałych cząstek – ziaren dodatków. Efekt ten widoczny jest tylko przy wypełnianiu makroporów podłoża w badaniu SEM, co oznacza, że uzyskana mikrostruktura jest zbyt szczelna by umożliwić transport takich ziaren. W związku z tym, zachodzi

prawdopodobieństwo, że transport uwadniającego się materiału zachodzi w formie zdysocjowanej w roztworze, a produkty hydratacji wytrącają się dopiero w strefie przypowierzchniowego wysychania lub zatężania fazy ciekłej.

Moje zainteresowania badawcze obejmowały także technologię szkła, które mogłem rozwijać po objęciu przeze mnie stanowisko Zastępcy Dyrektora Instytutu do spraw naukowo-badawczych, którą pełniłem w okresie od czerwca 2004 roku do września 2007 roku. W tym roku nastąpiła reorganizacja Instytutu, w związku z jego połączeniem z Instytutem Ceramiki w Warszawie. Jednak w związku z pełnieniem przeze mnie funkcji zastępcy dyrektora Oddziału Instytutu w Krakowie równocześnie pełniłem opiekę naukową nad Zakładem Szkła. Oddział w Krakowie skupiał bowiem zakłady związane z technologią cementu, gipsu oraz szkła.

Jedną z ważniejszych prac badawczych dotyczyła wpływu TiO_2 i ZrO_2 jako zarodnikujących dodatków ułatwiających wytwarzanie szkło-ceramicznych materiałów. W pracy zbadano wpływ tych dodatków, w formie pojedynczych tlenków oraz ich mieszaniny, na możliwość uzyskiwania szkło-ceramicznych materiałów z odpadów ze szkła z lamp kineskopowych do telewizorów. Głównym celem było uzyskanie barowo-tytanowej szkło-ceramiki w wyniku powierzchniowej krystalizacji. Przeprowadzone badania wykazały, że dodatek ZrO_2 zwiększa temperaturę przemiany szklistej i lepkość szkła, co jest spowodowane zmniejszeniem zawartości nie mostkowych jonów tlenu w więźbie szkła. Natomiast TiO_2 wykazuje efekt odwrotny i zwiększając zawartość mostkujących jonów tlenu zmniejsza lepkość szkła i ułatwia jego krystalizację. Zastosowanie dodatku TiO_2 pozwoliło na krystalizację krzemianu barowo-tytanowego na powierzchni odpadowego szkła, a więc wykazano, że tą metodę można stosować do wytwarzania szkło-ceramiki zawierającej krzemian barowo-tytanowy. Wielkość dendrytycznych kryształów barowo-tytanowego krzemianu ulega zwiększeniu w przypadku wzrostu zawartości tlenku tytanu w szkłe. Badania te zostały wykonane przez czteroosobowy zespół złożony z pracowników Instytutu i Katedry Szkła na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Ceramiki AGH. Współautorzy pracy: Kosmal, Ziąbka i Grelowska. Wyniki tej pracy zostały opublikowane w czasopiśmie *Journal of Non Crystalline Solids* str. 118-123, 2015 [Załącznik 4, pkt II A, lp. 14].

Zbliżona tematycznie praca, związana także z materiałem szklisto-ceramicznym, dotyczyła badań więzby szkła krzemionkowego modyfikowanego dodatkiem strontu i baru. Odpadowe szkło pochodziło także z lamp kineskopowych do telewizorów. Do tego szkła dodawano żużel wielkopieczowy, a także pył cementowy. Stwierdzono, że glin występuje tylko w koordynacji tetraedrycznej, natomiast zwiększenie zawartości CaO i Al_2O_3 spowodowane tymi domieszkami, zwiększa temperaturę przemiany szklistej i ciepło tej przemiany. Badania zrealizował zespół

naukowców z AGH i krakowskiego Oddziału Szkła i Materiałów Budowlanych. Praca została opublikowana w *Journal of Molecular Structure*, s. 265-274, 2016 [Załącznik 4, pkt II A, lp. 20].

Do tej serii doświadczalnej należały także badania krystalizacji odpadowego szkła z lamp kineskopowych do telewizorów. Obserwacje wpływu składu chemicznego tych szkła za pomocą spektroskopii w podczerwieni, termicznej analizy różnicowej oraz rentgenografii wykazały, że zwiększenie zawartości glinu powoduje jedynie przesunięcie położenia mostków Si-O-Si oraz Si-O-Al na widmie w podczerwieni w kierunku pasma o niższej częstotliwości. To przesunięcie potwierdza, że nawet mały dodatek CaO wpływa w większym stopniu na zmniejszenie udziału tlenów mostkujących Si-O-Si w więźbie szkła na korzyść mostków zawierających glin: Si-O-Al. Równocześnie wykazano, że mała zawartość jonów modyfikatorów, a szczególnie Ca^{2+} i Mg^{2+} zmniejsza tendencję szkła do krystalizacji. Pracę autorzy Kosmał, Reben i Pichniarczyk opublikowali w czasopiśmie *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, s. 353-361, 2016 [Załącznik 4, pkt II A, lp. 22].

Kolejna praca była związana z wpływem dodatków w postaci stłuczki szklanej oraz żużla, a przede wszystkim jonów modyfikatorów mianowicie siarczanu sodu oraz mieszaniny As_2O_3 , Sb_2O_3 , NaNO_3 w stosunku 1:1:1 na przemianę szklistą. Jako podstawową metodę wybrano termiczną analizę różnicową. Uzyskane wyniki pozwalały na wyciągnięcie następujących wniosków:

- a) dodatek stłuczki obniża temperaturę rozkładu dolomitu i wapienia, pod wpływem aktywnej krzemionki,
- b) dodatek żużla obniża temperaturę powstającej eutektyki o 20°C do 40°C w stosunku do stłuczki i przyspiesza ten proces, zwiększając zawartość stopu,
- c) wprowadzenie do zestawu mieszaniny modyfikatorów obniża znacznie proces wiązania jonów krzemu w szkło.

Pracę opublikowano w czasopiśmie *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, współautorzy Kuśnierz, Kosmał, Środa; tom 130, str. 229-247, 2017 [Załącznik 4, pkt II A, lp. 24].

Ostatnią opublikowaną pracą dotyczącą badań szkła i jego przemian były doświadczenia dotyczące krystalizacji szkło-ceramiki o składzie chemicznym z układu BaO-SrO-TiO₂-SiO₂-Al₂O₃. Wykazano, że dodatek TiO₂ do odpadowego szkła z lamp kineskopowych do telewizorów zmniejsza temperatury przemiany szklistej oraz temperaturę krystalizacji szkła. Jest to spowodowane osłabieniem więźby szkła w wyniku zwiększenia zawartości niemostrujących jonów tlenu, co zmniejsza lepkość szkła. Umożliwia to kontrolowanie procesu krystalizacji powierzchniowej szkła. Jony Ti(IV) odgrywają rolę heterogenicznych zarodków krystalizacji; połączenie kilku metod badawczych przede wszystkim rentgenografii i DTA pozwoliło ustalić, że

proces krystalizacji rozpoczyna się na powierzchni szkła, a następnie przechodzi do coraz głębiej położonych warstw. Badania przeprowadził zespół: Kosmał, Reben, Pichniarczyk, Ziabka i Skrzypek, a została one opublikowana w Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, t. 130, nr 1. str. 221-228, 2017 [Załącznik 4, pkt II A, lp. 25].

Ponadto przez kilka ostatnich lat zajmowałem się również technologią produkcji cementów oraz ich właściwościami, zwłaszcza cementów z dodatkami mineralnymi. Zespół badawczy: Baran i Pichniarczyk opublikował w Construction and Building Materials 150, pp. 321-332, 2017 [Załącznik 4, pkt II A, , lp. 26] wyniki badań cementów powszechnego użytku i specjalnych. Jak wiadomo ciepło hydratacji cementu zależy od składu fazowego klinkieru oraz od stopnia rozdrobnienia. Ten ostatni czynnik ma przede wszystkim wpływ na ciepło hydratacji, a na wytrzymałość zaczynu przede wszystkim w początkowym okresie twardnienia. W związku z tym, że tak na ciepło hydratacji jak i na wytrzymałość zaczynu mają wpływ głównie dwie fazy glinian trójwapniowy i alit. Jednak po dłuższym okresie, przede wszystkim po 28 dniach twardnienia, co określa wytrzymałość normową, mają także wpływ pozostałe fazy, przede wszystkim belit. Na ciepło hydratacji i wytrzymałość ma także wpływ dodatek gipsu. W celu wyjaśnienia jaka występuje korelacja ciepła hydratacji z wytrzymałością zaprawy przeprowadzono odpowiednią serię badań. Stwierdzono, że na podstawie znanego ciepła hydratacji po 24 h można, stosując korelację liniową, stosunkowo dokładnie oszacować wytrzymałość zaprawy z tego cementu CEM I po 28 dniach. Ta korelacja jest szczególnie silna i pozwala na dokładniejsze szacowanie, gdy dotyczy cementów produkowanych przez jeden zakład. Każdy zakład produkuje bowiem klinkier o nieco innym składzie fazowym. Natomiast w przypadku pozostałych rodzajów cementów, które zawierają różne dodatki mineralne, korelacja między ciepłem hydratacji i 28-dniową wytrzymałością na ściskanie zaprawy normowej była słabsza, co jest spowodowane dużą zmiennością właściwości tych dodatków.

Innymi pracami z tej tematyki były badania określające wpływ popiołów lotnych na właściwości cementu i betonu. Zespół badawczy Baran, Drożdż, Pichniarczyk opublikował w czasopiśmie Cement Wapno Beton w 2012, nr 1, s. 50-56 [Załącznik 4, pkt II A, lp. 10] artykuł dotyczący możliwości wykorzystania popiołów wapiennych z węgla brunatnego, a także i mieszanin popiołowo-żuźlowych w wielu dziedzinach budownictwa. Obecnie jednym z ważniejszych sposobów zagospodarowania tych popiołów jest wykorzystanie ich do produkcji materiałów wiążących oraz do produkcji betonu. Do badań wykorzystano próbki popiołów lotnych wapiennych z Elektrowni Bełchatów. Stwierdzono, że wykazują dużą zmienność zarówno składu chemicznego oraz podstawowych właściwości, ważnych z punktu widzenia produkcji cementu i betonu, przede wszystkim miałości i zawartości CaO. O przydatności tych popiołów lotnych do

produkcji cementu decyduje między innymi duża, przekraczająca 25% zawartość reaktywnej krzemionki. Równocześnie dodatek popiołu lotnego wapiennego w cemencie zwiększa niekorzystnie jego wodożądność, bardzo znacznie w przypadku próbki o największych stratach prażenia. Dodatek popiołu wapiennego w ilości 30% do cementu może korzystnie wpływać na wytrzymałość po dłuższym okresie twardnienia, a mianowicie po 90 i 180 dniach. Jednakże ze względu na znacznie mniejszą powierzchnię właściwą niektórych próbek popiołu, która wynosiła 2600 cm²/g, w wielu przypadkach wytrzymałości były znacznie mniejsze od próbek cementu wzorcowego.

W przypadku mieszanin popiołowo-żużlowych, badania wykazały ich bardzo duże zróżnicowanie w zakresie zawartości frakcji większej od 0,045 mm, która wynosiła od 35,2% do 78,6%. Natomiast skład chemiczny jest typowy dla popiołów lotnych krzemionkowych V, stosowanych w przemyśle cementowym, jako dodatek pucolanowy do cementu. Dotyczy to zarówno tlenków głównych, jak również zawartości alkaliów, SO₃ i MgO. Jeśli chodzi o straty prażenia to 50% próbek spełniało wymagania dla kategorii A, a 50% spełniało wymagania dla kategorii B popiołów. Próbki mieszanin popiołowo-żużlowych miały dużą zawartość krzemionki reaktywnej, przekraczającą 31%, co znacznie przekraczało wymagane minimum wynoszące 25% dla popiołu lotnego krzemionkowego. W badaniach potwierdzono dobrą aktywność mieszanin popiołowo-żużlowych. Wskaźniki aktywności po 28 i 90 dniach twardnienia, przekraczały wymagane wartości, wynosząc od 83 do 92% po 28 dniach i od 87 do 101% po 90 dniach. W przypadku wskaźnika aktywności po 90 dniach, który wynosił 101%, oznaczało to, że cement z 25% dodatkiem tej mieszaniny osiągnął wyższą wytrzymałość od cementu wzorcowego. Stwierdzono duże zróżnicowanie tych odpadów, co wskazuje na konieczność jego uzdatniania dla potrzeb przemysłu betonowego. Dotyczy to dużej wilgotności materiału oraz miękkości, nie spełniającej wymagań dla kategorii N.

Przeprowadzone badania popiołów lotnych wapiennych i mieszanin popiołowo-żużlowych, pozwalają na stwierdzenie, że popioły lotne wapienne mogą stanowić wartościowy dodatek mineralny do produkcji cementu i betonu, po odpowiednim uzdatnieniu oraz, że mieszaniny popiołowo-żużłowe mogą być wykorzystane jako dodatek pucolanowy do produkcji cementu. Spełniają one bowiem wymagania zawarte w normie PN-EN 197-1, dla popiołu lotnego krzemionkowego V. Jednakże należy zaznaczyć, że popioły lotne wapienne, zgodnie z normą PN-EN 450-1, nie mogą być dodawane do betonu, w przeciwieństwie np. do regulacji amerykańskich. Wynika to głównie z jakości popiołów lotnych wapiennych pochodzących ze spalania innych paliw.

W pracy opublikowanej w Cement Wapno Beton w roku 2015, nr 5, s. 284-294 zespół badawczy Baran, Pichniarczyk i Gawlicki przedstawił badania dotyczące wpływu popiołów lotnych

pozyskiwanych z równoczesnego spalania węgla kamiennego i paliwa wtórnego, na właściwości cementu i betonu [Załącznik 4, pkt II A, lp. 17].

Przedmiotem analiz były popioły pobrane z kotłów pyłowych czterech zakładów energetycznych, stosujących zróżnicowany udział biopaliwa, pochodzenia roślinnego wynoszący do 35% równoważnika cieplnego.

Badania składu chemicznego wykazały, że zawartości niektórych składników popiołu lotnego krzemionkowego z procesów równoczesnego spalania: Na_2Oe , MgO , SO_3 , CaO i P_2O_5 przekraczały dopuszczalne wymagania podane w normie PN-EN 450-1. Równoczesne spalanie węgla kamiennego i paliw wtórnych prowadzi nie tylko do zmian składu chemicznego popiołów lotnych, ale także wpływa na ich skład fazowy, zmieniając zwłaszcza skład szkła, stanowiącego jeden z podstawowych składników krzemionkowych popiołów lotnych, z kotłów pyłowych. Zmienia się również skład ziarnowy popiołów lotnych oraz morfologia cząstek popiołu. Obok dominujących w krzemionkowych popiołach lotnych owalnych ziaren, występują ziarna o nieregularnych kształtach oraz mogą pojawić się drzazgi z drewna, o długości dochodzącej do około 3 mm. Wykazano, że najlepszą wytrzymałość po 2 i 7 dniach twardnienia posiadał cement z dodatkiem popiołu z największym oszacowanym udziałem biomasy, również w tym przypadku czas wiązania cementów ulega zwiększeniu zwłaszcza w przypadku cementów portlandzkich popiołowych CEM II/B-V.

Podczas swojej pracy naukowej prowadziłem również badania nad przemysłową przeróbką i wykorzystaniem chalcedonitu biorąc udział w zespole badawczym: Naziemiec, Pichniarczyk i Saramak, który publikował wyniki swoich badań w 2017 w Inżynierii Mineralnej nr 1, pp. 89-96 [Załącznik 4, pkt II A, lp. 23] oraz Mineral Resources Management nr 33(3), pp. 163-17 [Załącznik 4, pkt II A, lp. 27]. Chalcedonit, jako unikatowy surowiec był przedmiotem wielu badań i wdrożeń realizowanych przez Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych w Krakowie (wcześniejsza nazwa - Instytut Mineralnych Materiałów Budowlanych). Chalcedonit jest naturalną krzemionkową skałą osadową. Jedyna w Polsce kopalnia chalcedonitu znajduje się w Inowłodzu, gdzie sposobem odkrywkowym prowadzona jest eksploatacja ze złoża „Teofilów”. Chalcedonit z tego złoża charakteryzuje się dużą zmiennością litologiczną i zmiennością cech jakościowych. Szeroki wachlarz jego potencjalnych zastosowań obejmuje przemysł budowlany i drogowy, inżynierię sanitarną (materiał filtracyjny w oczyszczaniu ścieków komunalnych i uzdatnianiu wód) oraz przemysł cementowy. W prezentowanych artykułach, na wstępie omówiono dotychczasowe kierunki wykorzystania chalcedonitu. W procesie produkcyjnym dużym problemem jest duża ilość drobnych frakcji chalcedonitu, które są trudne do przemysłowego wykorzystania. W artykułach przedstawiono wyniki badań składu fazowego i chemicznego różnych frakcji surowca

chalcedonitowego, a także wyniki badań kruszyw chalcedonitowych i drobnych frakcji chalcedonitu kierowanych do osadników ziemnych. Po analizie wyników badań zwrócono uwagę na szczególnie istotne problemy przeróbki chalcedonitu. Ważnym zagadnieniem jest proces płukania chalcedonitu i dokładnej klasyfikacji ziarnowej produktów. Wydzielone klasy ziarnowe charakteryzowały się zróżnicowanym składem chemicznym i mineralogicznym. Szczególną uwagę zwrócono na nowe możliwości efektywnej przeróbki chalcedonitu poprzez zastosowanie separacji densymetrycznej. Wyniki rozdziału kruszywa chalcedonitowego w osadzarce pulsacyjnej i w cieczy ciężkiej wykazały, że otrzymane produkty charakteryzowały się zróżnicowaną gęstością i nasiąkliwością. Rozdzielenie chalcedonitu na produkty o różnej gęstości umożliwia bardziej efektywne ich wykorzystanie. Kruszywa o mniejszej gęstości wykazują zarazem większą porowatość i bardziej nadają się do produkcji grysów filtracyjnych. Z kolei kruszywa o większej gęstości i mniejszej nasiąkliwości są bardziej przydatne jako kruszywa do betonu. Warto zaznaczyć, że obecnie nie stosuje się rozdziału kruszyw mineralnych na produkty o różnej gęstości. Osadzarki pulsacyjne są stosowane w przemyśle kruszyw jedynie do oddzielania zanieczyszczeń lekkich. Równie ważnym zagadnieniem jest możliwość wykorzystania drobnych frakcji chalcedonitu w przemyśle ceramicznym. Sprzyja temu skrytokrystaliczna forma występowania krzemionki oraz zawartość minerałów ilastych, głównie kaolinu. Porowata struktura chalcedonitu umożliwia uzyskanie trwałych kruszyw barwionych (np. związkami żelaza). Kolejnym zagadnieniem jest możliwość przeróbki termicznej chalcedonitu (np. produkcja krystobalitu) oraz produkcja kruszywa sztucznego lekkiego na bazie odpadowych frakcji chalcedonitu i osadów ściekowych z oczyszczalni ścieków. Nowe możliwości wykorzystania chalcedonitu poparte zostały prezentowanymi wynikami badań.

Moja ostatnia publikacja w JTAC, Pichniarczyk P., Baran T., 131/3, 2018 pp. 2321 [Załącznik 4, pkt II A, lp. 28] dotyczyła wpływu metali ciężkich na proces wiązania cementu portlandzkiego, co wiązało się w pewnym stopniu z przedstawioną monografią habilitacyjną. Autorzy badań przedstawili wpływ dodatku PbO i V₂O₅ na czas wiązania przemysłowego cementu portlandzkiego z dodatkiem anhydrytu jako regulatora czasu wiązania. Wyciągnęli kilka ważnych wniosków. Stwierdzili, że opóźniający lub przyspieszający wpływ dodatku tlenków ołowiu i wanadu na czas wiązania cementu portlandzkiego zależy od stężenia jonów siarczanowych w fazie ciekłej zaczynu cementowego. Standardowe stężenie jonów siarczanowych, typowe dla gipsu, a więc równe około 0,67 SO₄²⁻ mola na litr, zapewnia opóźniające działanie metali ciężkich: ołowiu i wanadu. Autorzy są zdania, że mechanizm opóźniający polega na tworzeniu się nieprzepuszczalnej warstwy na kryształach alitu, złożonej prawdopodobnie ze związków tych metali ciężkich, co jednak wymaga dalszych badań. Niskie stężenie jonów siarczanowych daje odwrotny efekt, tzn.

przyspiesza wiązanie cementu i polega na krystalizacji ettringitu. Prawdopodobnie PbO i V₂O₅ są adsorbowane również na kryształach C₃A, co zapobiega tworzeniu warstwy ettringitu na tej fazie, zwłaszcza w przypadku Pb. W związku z tym możliwa jest krystalizacja ettringitu w przestrzeni między ziarnami cementu. Ostatecznie stwierdzono, że przyspieszający wpływ tych dwóch metali ciężkich na proces wiązania cementu jest inny, ze względu na dużą rozpuszczalność siarczynu wanadu, która zapewnia wysokie stężenie jonów SO₄²⁻ w roztworze związanym z wanadem. Badania w tym zakresie zostały rozszerzone w monografii omawianej w pkt 4b.

Omówione prace badawcze mogą określić jako ściśle połączone z moją aktywnością naukową i opieką naukową nad prowadzonymi w Instytucie Ceramiki i Materiałów Budowlanych pracami skoncentrowanymi na takich materiałach jak szkło (w tym szkło budowlane) i mineralne materiały budowlane, które są szeroko stosowane w budownictwie. Dało mi to możliwość poznania działania i funkcjonowania przemysłu materiałów budowlanych pod kątem technologii produkcji jak również aplikacji. Instytut, którym mam obecnie przyjemność kierować, prowadzi działalność przede wszystkim w zakresie technologii materiałowych stosowanych w budownictwie, jak również kontroli produkcji i wyrobów. Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych jest jedyną w Polsce jednostką naukowo-badawczą i wdrożeniową, która koncentruje się na dziedzinach nauki i przemysłu związanych z przetwórstwem surowców niemetalicznych, technologią produkcji materiałów ceramicznych i szkła, materiałów ogniotrwałych, mineralnych materiałów budowlanych, spoiw mineralnych oraz wyrobów betonowych. Dlatego też obszar moich zainteresowań jest rozległy, co przedstawiłem w kolejnych załącznikach.



.....
Podpis wnioskodawcy