

ZAPANOWAĆ NAD BIOMASĄ

O PRZYSZŁOŚCI SPOIW ALTERNATYWNYCH OPOWIADA
DR INŻ. PIOTR PROCHOŃ



**Wydział
Inżynierii Lądowej**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Czy mógłby mi Pan po krótkce opowiedzieć czym się Pan zajmuje i w jakiej dyscyplinie Pan działa?

Zajmuję się przede wszystkim inżynierią budowlaną, czyli ogólnie pojętym budownictwem. Interesują mnie przede wszystkim wszelkiego rodzaju spoiwa surowce, które mogą posłużyć do wytworzenia materiałów budowlanych, prefabrykatów. W swoich badaniach poszedłem w kierunku alternatywnych materiałów - materiałów opartych o produkty odpadowe, bądź produkty z recyklingu. Obecnie skupiam się głównie na analizie możliwości wykorzystania produktów odpadowych jako dodatków, bądź jako podstawowych komponentów prefabrykatów i spoiw.

Co zachęciło Pana do prowadzenia badań z tego zakresu? Jak przebiegała Pana kariera, ze znalazł się Pan w miejscu, w którym jest teraz?

Prawda jest taka, że na starcie w ogóle nie wiązałem kariery z działalnością naukową i badawczą - planowałem po prostu pracę na budowie jako kierownik budowy, inżynier projektu - na to przygotowały mnie moje studia. Dopiero później, gdy zacząłem współpracować z dr inż. T. Piotrowskim oraz obecnym Dziekanem, prof. A. Garbaczem, m.in. w projekcie Lider, tak naprawdę zaczęła się moja kariera naukowa. Pod opieką dr inż. T. Piotrowskiego napisałem pracę inżynierską dotyczącą zapraw osłonowych, potem praca magisterska rozwinęła ten temat w kierunku betonów osłonowych. Podczas mojego doktoratu skupiłem się już jednak na alternatywnych spoiwach na bazie popiołów, aby móc przyjrzeć się samodzielnie nowemu zagadnieniu naukowemu. Takie ukierunkowanie pozwoliło na uzyskanie kolejnego grantu NCBR Lider i dało mi szansę dalszego działania w projektach badawczych.

Czy jakieś Pana doświadczenia okazały się szczególnie istotne na ścieżce Pana rozwoju naukowego?

Dużo pomógł mi wyjazd zagraniczny do zewnętrznej jednostki badawczej w ramach umowy bilateralnej między Politechniką Warszawską a Uniwersytetem w Liège (Belgia). Pojechałem tam dwa razy na trzymiesięczny staż. Byłem tam zaangażowany właśnie

w badania na alternatywnych spoiwach z wykorzystaniem produktów z recyklingu. Liznałem tam też trochę druku 3D - tamtejszy zespół planował stworzyć spoiwo, które mogłoby być w nim wykorzystywane.

Wspomniał Pan, że chciał Pan znaleźć zagadnienie, któremu chciałby się przyjrzeć samodzielnie - co sprawiło, że wybór padł akurat na alternatywne spoiwa? Czy było to jakoś związane z Pana doświadczeniami z Belgii?

Pośrednio na pewno tak - tamtejsi naukowcy skupili się w badaniach właśnie na tym zagadnieniu. U nas do tej pory ten kierunek badań jest w początkowej fazie rozwoju. Stwierdziłem, że jeśli sam pójdę w tym kierunku, będę mógł dalej działać rozwijając innowacyjne materiały i dokładając jakąś cegiełkę do badań nad ekologicznymi spoiwami.

Gdybym spytała Pana o jakieś osiągnięcie w swojej karierze, z którego jest Pan najbardziej dumny - tę cegiełkę, która napawa Pana największą dumą, co by Pan wskazał?

Pierwszym, co mi przyszło do głowy, jest samo zdobycie grantu Lidera. To bardzo duże osiągnięcie na początku kariery naukowej - jestem właściwie świeżo upieczonym doktorem. Pod kątem technologicznym natomiast, największym osiągnięciem, które dzielę z dr inż. T. Piotrowskim, jest na pewno opracowanie procedur starzenia się konstrukcji betonowych

przy reaktorach jądrowych dla Narodowego Centrum Badań Jądrowych. Z moich indywidualnych osiągnięć wskazałbym chyba z kolei analizę możliwości zastosowania popiołów z biomasy, tj. takich, które spalamy z odpadów rolnych czy z odpadów leśnych, przy produkcji spoiw budowlanych. To dość specyficzne odpady, które nie pochodzą ze spalania węgla, tak jak popiół wykorzystywany obecnie jako dodatek do betonów. Przeanalizowałem możliwe aspekty zastosowania popiołów zarówno z czystej biomasy, jak i ze współspalania biomasy z węglem, co pozwoliło mi m.in. na uzyskanie dwóch grantów, w tym właśnie grantu z Programu Lider. To duże osiągnięcie, bo analiza popiołów z biomasy nie jest prowadzona na szeroką skalę ani u nas, w Polsce, ani szerzej – w Europie. Do tej pory były one stosowane przede wszystkim, jako materiały użyźniające glebę w rolnictwie. Ja natomiast chciałbym sprawdzić potencjał wykorzystania ich jako dodatków, które w pewien sposób modyfikują właściwości spoiw. Przyszłościowo planuję również przeprowadzić badania dla popiołów powstających ze spalania odpadów komunalnych – jak je przetworzyć tak, by znaleźć dla nich jak najszerze zastosowanie. Odpady ze ścieków komunalnych są teraz dużym problemem światowym. Po ich przepaleniu i mineralizacji moglibyśmy jednak otrzymać popioły, które w przyszłości można byłoby wykorzystać jako spoiwo alternatywne. To jednak wymaga wielu lat badań.

Co dokładnie analizuje Pan w swoich badaniach? Jakie widzi Pan zastosowania dla popiołów z biomasy?

Popioły z biomasy są stosunkowo nowym tematem, jeśli chodzi o budownictwo. Do tej pory nie miały one szerszego zastosowania, czy to jako materiał podstawowy do produkcji prefabrykatów, czy jako dodatek do betonu, ponieważ mają dość specyficzny skład chemiczny. W „tradycyjnych” popiołach dominują tlenki krzemu, tlenki wapnia – tutaj pojawiają się jeszcze dodatkowe związki, które uważane są za dość ciężkie do obróbki i do wejścia w reakcję ze spoiwami: dwutlenek fosforu czy tlenek potasu. Wpływają one na procesy reakcji zachodzących w materiałach. Dlatego podstawowym zadaniem do wykonania podczas badań nad popiołami z biomasy jest analiza ich składu chemicznego. Dopiero znając go dokładniej możemy zastanowić się, jakie jest możliwe zastosowanie tych produktów spalania. Jeśli występuje w nich dużo związków fosforu, które są bardzo popularnym nawozem, wtedy automatycznie znamy pierwsze zastosowanie.

Dzięki swoim pracom chciałbym przede wszystkim zobaczyć, czy można zastosować taki popiół z biomasy jako materiał bazowy do wytworzenia spoiwa oraz w jakich proporcjach można go dodać do konwencjonalnego popiołu, by powstało spoiwo o najlepszych właściwościach. Drugim ważnym dla mnie zagadnieniem jest to, jaki wpływ na dany ma-

teriał budowlany może mieć dodatek tej biomasy - czy spowoduje np. uszczelnienie struktury tego materiału lub czy wydłuży lub przyspieszy czas jego wiązania.

Z tego, co Pan mówi, popiół popiołowi nierówny - w zależności od tego, z jakiej biomasy powstał, może mieć zupełnie inne właściwości i inaczej wpływać na konkretne spoiwa, tak?

Dokładnie tak. Cechą charakterystyczną popiołów jest to, że nie mają stabilnego składu. Niestety, za każdym razem biomasa jest inna w swojej strukturze i w składzie, więc po wypaleniu też uzyskuje inne składy chemiczne. Nad tym właśnie trzeba zapanować, żebyśmy mogli w wysokim stopniu pewności uznać, że dana biomasa po odpowiedniej selekcji i wypaleniu będzie spełniała przez cały czas te same wymogi. Jeżeli chcemy wykonać produkt, który będzie produkowany na skalę masową, musimy zapewnić pewne standardy produkcji, żeby dany producent nie musiał każdorazowo wykonywać badań chemicznych związanych z wykorzystywanymi materiałami, bo po prostu tworzy to dodatkowe koszty i zwiększa czas produkcji.

Domyślam się, że to długi proces. Wiemy już, że popioły różnią się między sobą właściwościami. Czy jednak możliwe jest sklasyfikowanie ich pod pewnymi względami, podzielenie na grupy o podobnych cechach?

„Odpady ze ścieków komunalnych są teraz dużym problemem światowym. Po ich przepaleniu i mineralizacji moglibyśmy jednak otrzymać popioły, które w przyszłości można byłoby wykorzystać jako spoiwo alternatywne. To jednak wymaga wielu lat badań”.

Podstawowym, najprostszym podziałem jest ten dzielący popioły na pochodzące z biomasy oraz te powstałe podczas współspalania węgla z biomasą. Można również spojrzeć na to pod kątem pochodzenia biomasy, z której powstał popiół - najlepsza jest biomasa drzewna (uzyskiwana m.in. z odpadów stolarni czy powstających podczas wycinki drzew), w następnej kolejności jest biomasa rolna (choć z pewnymi ograniczeniami). Najcięższa natomiast (przynajmniej jeśli chodzi o budownictwo) jest praca z biomasą pochodzenia odzwierzęcego. Ta ostatnia wykorzystywana jest szczególnie często m.in. w Belgii, gdzie ciepło pozyskuje się z biomasy rolnej i zwierzęcej.

Które rodzaje popiołu z biomasy wykorzystuje Pan w swoich badaniach?

Koncentrujemy się na tych, które są dostępne od ręki - w Polsce dominuje popiół ze współspalania drewna bądź spalania biomasy drzewnej. Jeżeli chcemy prowadzić badania na innym, musimy go sprowadzać z zagranicy, np. właśnie z Belgii.

W badaniach bazujemy zawsze na konwencjonalnym popiele, gdyż wie-

my, jak zachowa się podczas produkcji spoiw. Potem modyfikujemy go przy użyciu popiołu z biomasy i analizujemy, jak zmieniają się jego właściwości.

„Zaprawy osłonowe z nich wykonane mogłyby zostać wykorzystane w pomieszczeniach do radioterapii i do tomografii rentgenowskiej. Mają one tę przewagę nad obecnie wykorzystywanymi materiałami, że są znacznie łatwiejsze w utylizacji - w ich składzie nie ma ołowiu”.

Czy mógłby Pan podać przykłady zastosowania popiołów, którymi się Pan zajmuje - w szczególności takie, z którymi moglibyśmy mieć styczność w codziennym życiu. Jakie problemy można rozwiązać dzięki popiołom?

Jeszcze jakiś czas temu to mógłbym spokojnie powiedzieć, że wykorzystanie popiołów z biomasy pozwoli na zmniejszenie liczby hałdowisk odpadów. W ciągu ostatnich 5-6 lat przemysł cementowy tak się rozwinął, że stare hałdy popiołów lotnych są właściwie zużywane jako dodatki do cementu czy betonu. Takich składowisk więc właściwie już nie ma. W ich miejsce pojawiają się natomiast składowiska popiołów z biomasy, dla których nie ma na ten moment tak szerokiego zastosowania. Unia Europejska narzuciła pewne rygory pod względem produkcji energii elek-

trycznej, w wyniku których powinniśmy zrezygnować ze spalania węgla w elektrowniach i przenieść się na alternatywne materiały energetyczne, w tym biomasę. Może się okazać, że przeciągu najbliższych 10/15 lat w miejscu składowisk popiołu konwencjonalnego będziemy mieć właśnie coraz więcej składowisk popiołu z biomasy. I właśnie tutaj widzę swoją niszę badawczą - znaleźć dla tego odpadu zastosowanie.

Gdzie w takim razie widzi Pan potencjał ich wykorzystania w perspektywie najbliższych lat, tak by zużyć choć trochę zasobów gromadzonych na składowiskach?

Przychodzą mi do głowy na pewno dwie dziedziny. Po pierwsze - budownictwo, m.in.: jako składnik szybko wiążących zapraw, zapraw murarskich, do produkcji elementów prefabrykowanych czy osłon przed promieniowaniem elektromagnetycznym w magazynach danych.

Drugi obszarem, w którym widzę zastosowanie dla popiołów z biomasy jest medycyna. Zaprawy osłonowe z nich wykonane mogłyby zostać wykorzystane w pomieszczeniach do radioterapii i do tomografii rentgenowskiej. Mają one tę przewagę nad obecnie wykorzystywanymi materiałami, że są znacznie łatwiejsze w utylizacji - w ich składzie nie ma ołowiu. Elementy osłonowe mogłyby znaleźć również zastosowanie w elek-

trowniach atomowych, ale na polskim gruncie póki co na razie czekamy na powstanie pierwszego takiego obiektu.

Z obecnych badań wynika, że, jeżeli chodzi o udział produkcji cementu w produkcji gazów cieplarnianych w skali świata, w zależności od publikacji jest to od 6 do 8%. Dla jednej gałęzi przemysłu, jest to stosunkowo dużo. Większość producentów cementu płaci zresztą obecnie wysokie kary za to, że przekraczają limity emisji dwutlenku węgla. Także myślę, że powoli beton cementowy będzie wypierany z rynku i zastępowany spoiwami alternatywnymi - wtedy skala badań z nimi związanych zdecydowanie wzrośnie. Dlatego w tym obszarze widzę potencjał wykorzystania tego materiału w przyszłości. Dodatkowo na jego korzyść przemawia rosnąca popularność idei gospodarki o obiegu zamkniętym.

Kiedy te rozwiązania, o których Pan wspominał zaczną być wdrażane? A może już zaczęto to robić?

Póki co, nie ma na rynku dostępnego produktu na bazie aktywowanych alkalicznie spoiw alternatywnych powstających z popiołu ze współspalania. Jeżeli chodzi o spoiwa osłonowe, liczymy, że będzie ono możliwe do wdrożenia w przeciągu 5 lat. W kwestii innych zastosowań prefabrykowanych, pracujemy teraz z Instytutem Ceramiki i Materiałów Budowlanych nad nowymi elementami prefabrykowanymi z polimerów. Dopiero składowy projekt badawczy, zobaczymy

co z tego wyniknie. Zakładałbym, że jeśli chodzi o powstawanie rozwiązań z tego zakresu, mówimy o horyzoncie czasowym najbliższych 5-10 lat.

Wspominał Pan wcześniej, że obecnie popioły z biomasy nie mają tak powszechnego zastosowania jak te, nazwijmy to „tradycyjne”. Taka sytuacja wynika z zbyt małej wiedzy na ich temat czy ich właściwości?

Prawda jest taka, że badania nad popiołami z biomasy rozpoczęły się mniej więcej 15 lat temu. Jeżeli zaś chodzi o „zwykłe” popioły i ich zastosowanie, są one obiektem badań mniej więcej od początku XX wieku. Póki co nie możemy stwierdzić, do czego moglibyśmy lub nie moglibyśmy ich wykorzystać - badania nie są prowadzone na tak szeroką skalę.

15 lat w porównaniu do ponad stulecia badań to istotnie dość krótko - czy jest Pan w stanie określić, dlaczego do tej pory ten temat nie cieszył się szczególną popularnością w Polsce?

Podstawowym czynnikiem utrudniającym opracowanie odpowiedniego składu danego spoiwa jest to, że nie mamy właściwie żadnych norm materiałowych. Jeżeli utworzymy stronę Komitetu Normalizacyjnego polskich norm, znajdziemy tam mnóstwo norm dotyczących różnych materiałów związanych z betonem cementowym, procesami pielęgnacji, produkcji i tak dalej. W przypadku geopolimerów nie mamy nawet jednej.

Dla spoiw cementowych, wystarczy, że dodamy wody i mamy proces wiązania, proces hydratacji. W przypadku spoiw alternatywnych, musimy mieć jakiś dodatkowy aktywator zewnętrzny. Najczęściej są to różnego rodzaju odczynniki zasadowe, np. wodorotlenek sodu, lub wodorotlenek potasu. Kwestią, na którą trzeba zwrócić uwagę jest dobranie odpowiedniego stężenia tych aktywatorów i ich odpowiednie proporcje do materiału bazowego, który reaguje nam z tymi aktywatorami. Poza zewnętrznymi aktywatorami spoiwa alternatywne wymagają też odpowiednich warunków pielęgnacji - zupełnie innych od tych, których wymaga znany nam beton. Także to wszystko jest nowe, nie do końca doprecyzowane - trzeba dowiedzieć się, co zrobić, by cały proces od początku do końca przebiegał tak jak chcemy.

Obserwuje się też, że póki co produkcja aktywowanych materiałów alkalicznych na szeroką skalę wychodzi najlepiej w ciepłych regionach. Bardzo rozwija się ona na Półwyspie Arabskim, w Australii - tam gdzie w ciągu dnia jest wysoka temperatura, która dobrze wpływa na proces geopolimeryzacji i aktywacji alkalicznej. Upraszczając ten proces chemiczny - im wyższa temperatura, tym szybciej wiąże nam i twardnieje spoiwo geopolimerowe. W polskich warunkach musimy to jakoś przezwyciężyć, a to wymaga stworzenia odpowiedniej mieszanki składników bazowych, a więc dodatkowego nakładu pracy.

To również kwestia producentów działających na rynku, którzy trzymają się stałych, sprawdzonych receptur. Więc tak naprawdę, by wypromować innowacyjny produkt, warto założyć firmę startupową.

To teraz proszę sobie wyobrazić, że udało się Państwu opanować ten proces, znaleźć odpowiedzi na większość pytań, które mają Państwo obecnie. Wszystko idzie po Państwa myśli - przenosimy się wiele lat w przyszłość. Jak wykorzystywane są popioły z biomasy i spoiwa alternatywne? Może Pan trochę puścić wodze fantazji - patrzymy 100 lat w przód, ludzie latają po kosmosie, wszystko jest możliwe - ma Pan jakiś pomysł?

Skoro latamy w kosmos, pewnie możemy wykorzystać spoiwa alternatywne do budowania struktur na Marsie. Ziemia, która tam występuje ma podobny skład, co te popioły, które badamy. Zagraniczne jednostki badawcze zaczęły już analizować, czy można taki materiał aktywować alkalicznie.

O, to faktycznie zastosowanie rodem z przyszłości. Widzi Pan jeszcze jakieś możliwe przyszłe zastosowania?

Jestem budowlancem, więc przede wszystkim widzę zastosowania w inżynierii lądowej - w konstrukcji budynków, zastosowaniu alternatywnych, ekologicznych materiałów budowlanych, które będzie można na spokojnie przetwarzać i ponow-