

AUTOREFERAT

do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w oparciu o objęte wspólnymi badaniami i dokonanymi opracowaniami na temat :

Sterowanie procesami suszenia materiałów wrażliwych na uszkodzenia skurczowe. Symulacja komputerowa

1. Imię i Nazwisko:

Andrzej Rybicki

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/ artystyczne – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

W latach 1971-1976 studiowałem na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej

Dyplom. magister inżynier matematyki uzyskałem na podstawie pracy magisterskiej pod tytułem „Cykliczne nierówności losowe” przygotowanej pod kierunkiem prof. dr. hab. Stanisława Trybuły obronionej w 1976r.

1994 - dyplom doktora nauk technicznych w specjalności inżynieria chemiczna i procesowa na podstawie pracy „Zagadnienie ewolucji naprężeń skurczowych w materiałach suszonych”
Promotor: prof. dr hab. inż. Stefan Jan Kowalski

Recenzenci:

prof. dr hab. inż. Zbigniew Wesołowski, IPPT PAN Warszawa,
dr hab. inż. Władysław Kamiński. prof. PŁ.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych .

1 lipca 1976r. – 30 czerwca 1977r. zasadnicza służba wojskowa.

1 października 1977r. – 31 grudnia 1996r.

Instytut Podstawowych Problemów Techniki, PAN, Zakład Mechaniki i Akustyki
Materiałów Porowatych w Poznaniu,
matematyk, starszy asystent, adiunkt.

1 stycznia 1997r. – 30 września 1997r.

Wyższa Szkoła Pedagogiczna im. T Kotarbińskiego w Zielnej Górze
Instytut Techniki, adiunkt.

1 października 1997r,

Politechnika Poznańska, Wydział Technologii Chemicznej, Instytut Technologii i Inżynierii
Chemicznej - adiunkt,
od 1.października 2009r. - wykładowca.

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego 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 (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):

Podstawą do ubiegania się stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna i procesowa jest monografia :

Sterowanie procesami suszenia materiałów wrażliwych na uszkodzenia skurczowe.

Symulacja komputerowa

Seria Rozprawy nr 482, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 2012.

W prezentowanej dysertacji poszukiwano optymalnych programów prowadzenia procesów suszenia. Praca ma charakter teoretyczny, a posługiwano się metodą symulacji numerycznej.

Pierwszą część rozprawy poświęcono na opis numerycznej procedury rozwiązującej nieliniowe zagadnienia teorii suszenia. Równania opisujące zjawiska zachodzące podczas procesu suszenia kapilaro-porowatego materiału powinny opisywać różnice w sposobach ewakuacji wilgoci w czasie pierwszego okresu i drugiego okresu suszenia oraz duże zmiany własności mechanicznych materiału suszonego w zależności od stopnia zawilżenia. Potrzebny jest także algorytm rozwiązujący takie zagadnienia. Opis konstrukcji szybkiego algorytmu rozwiązującego nieliniowe zadania suszarnicze jest tematem pierwszego rozdziału. Główną ideą tego algorytmu jest odwołanie się do sposobu rozwiązywania zadań liniowych. Wykorzystuje się przy tym rozwinięcie funkcji w szereg Taylora, jako punkt rozwinięcia przyjmując pewien zestaw danych, opisujących stan materiału i procesu w kolejnych chwilach procesu. Komputerowa realizacja tego algorytmu pozwala na otrzymywanie rozwiązań w krótkim czasie przy użyciu standardowego komputera klasy PC.

W rozdziale II omówiono w skrócie podstawy modelu teoretycznego omawianego zadania. Wyprowadzono końcowe równania różniczkowe i odpowiednie warunki brzegowe, wychodząc od podstawowych praw termodynamiki. Ta część pracy powstała na podstawie wyników S.J. Kowalskiego.

W rozdziale III zaprezentowano rozwiązania zadania suszenia dla jednorodnego walca suszonego w warunkach izotropowych i jednorodnych. Opis suszenia rzeczywistej bryły sprowadza się wówczas do zadania dwuwymiarowego. Sformułowano odpowiedni układ równań różniczkowych opisujących przepływ ciepła i wilgoci oraz przemieszczenia w suszonym walcu. Równania zostały uzupełnione odpowiednimi warunkami brzegowymi opisującymi konwekcyjną wymianę ciepła i wilgoci na brzegu materiału suszonego, brak zewnętrznych obciążeń mechanicznych oraz symetrię zadania. Zadanie rozwiązywano dla stałych materiałowych charakteryzujących kaolin. Przyjęto ponadto kilka uproszczonych funkcji, opisujących zmieniające się parametry materiału i procesu w zależności od stopnia zawilżenia. Sformułowano również warunki powstawania uszkodzeń w materiale poddanym procesowi suszenia zgodnie hipotezę energetyczną Hubera–Misesa–Hencky’ego. Rozwiązywano zadania suszenia konwekcyjnego i mikrofalowego. Przy wyznaczaniu pól naprężeń zakładano sprężyste i lepkosprężyste właściwości materiału suszonego.

Pokazano rozkłady temperatury, zawartości wilgoci i naprężeń w przekroju suszonego walca. Naprężenia powstające w suszonym walcu porównywano z chwilowymi rozkładami naprężeń dopuszczalnych. Wskazano na możliwości uszkodzenia materiału suszonego przy zbyt intensywnie prowadzonym procesie suszenia. Wyniki obliczeń numerycznych wskazują miejsca, w których te uszkodzenia mogą wystąpić.

Na wstępie czwartego rozdziału pokazano wyniki symulacji czterech procesów suszenia, które przebiegały w stałych warunkach. W zależności od pojemności wilgotnościowej czynnika suszącego proces może przebiegać z mniejszą lub większą intensywnością. Obrazują to zamieszczone wykresy krzywych suszenia. Na kolejnych wykresach naniesiono krzywe zmieniającej się wraz z utratą wilgoci wytrzymałości materiału oraz maksymalne naprężenia zredukowane powstałe w suszonej próbce. Dla dwóch z omawianych procesów naprężenia towarzyszące procesowi suszenia przekroczyły wartość dopuszczalną. Oznacza to, że materiał suszony został uszkodzony. Zatem szybkie wyprowadzanie wilgoci z suszonego materiału nie może stanowić jedyne kryterium oceny efektywności procesu.

Wniosek posłużył do poszukiwania optymalnych warunków suszenia. Głównym kryterium jakości procesu było otrzymanie nieuszkodzonego materiału po wysuszeniu. Dla procesów spełniających ten wymóg poszukiwano takich, w których proces wysuszenia do zadanej wartości zawartości wilgoci będzie przebiegał najszybciej. Oddziaływać na przebieg procesu suszenia można poprzez właściwy dobór parametrów czynnika suszącego oraz, w przypadku suszenia mikrofalowego, dodatkowo poprzez dobór parametrów źródła promieniowania mikrofalowego. Pierwszą grupę rozpatrywanych zadań stanowiły te, w których poszukiwano parametrów procesu suszenia prowadzonego w stałych warunkach, niezmiennych w czasie całego procesu (Zadania 1-4).

Dwa kolejne zadania były poświęcone procesowi suszenia mikrofalowego. W pierwszym (Zadanie 5) przyjęto pewne stałe parametry czynnika suszącego i dobierano taką moc źródła promieniowania mikrofalowego, aby uzyskać najlepszy przebieg suszenia zgodnie z przyjętymi kryteriami oceny procesu. W drugim (Zadanie 6) ilość dostarczanej energii regulowano nie przyjętą raz i niezmienną przez cały czas trwania procesu mocą źródła emitowania promieni mikrofalowych, lecz włączając lub wyłączając to źródło w zależności od temperatury, jaką osiągnęła suszona próbka. Oznacza to, że temperatura suszonej próbki oscyluje wokół pewnej wartości, nazywanej temperaturą ϑ_{nas} . Poszukiwanym parametrem opisującym proces jest wartość tej granicznej temperatury. Otrzymano wartość $\vartheta_{nas} = 42,98^{\circ}\text{C}$. Warto podkreślić, że otrzymywano w wyniku przeprowadzania procedury optymalizacyjnej tę samą wartość temperatury nastawy ϑ_{nas} , niezależnie od przyjętej w obliczeniach mocy magnetronu.

Tematem dwóch kolejnych zadań jest sterowanie procesem suszenia konwekcyjnego. Podjęto próbę wyznaczenia takiego programu zmian parametrów czynnika suszącego, ażeby suszenie odbywało się w ekstremalnych warunkach. Przyjmuje się, że jeden z parametrów czynnika suszącego jest stały, a drugi jest tak modyfikowany, aby naprężenia w materiale suszonym, nie przekraczając dopuszczalnych wartości były maksymalnie do nich zbliżone. Zadania policzono dla obu modeli reologicznych. W zadaniu 7 czynnikiem sterującym była wilgotność czynnika suszącego, a w zadaniu 8 – temperatura.

W kolejnym zadaniu poszukiwano optymalnych programów sterowania parametrami procesów suszenia za pomocą algorytmów genetycznych. Przy użyciu zerojedynkowych łańcuchów kodowano nie bezpośrednio modyfikacje parametrów procesu, ale pracę urządzeń suszarki. Efektami programu pracy nagrzewnicy i wentylatora jest konkretny program zmian temperatury i zawartości wilgoci czynnika suszącego we wnętrzu suszarki podczas suszenia. W tym zadaniu, z powodów własności metody, szybkość suszenia oceniano nie na podstawie czasu wysuszenia próbki do zadanej, stałej wartości W_{kon} , ale obliczając ilość wilgoci ($W_0 - W_{kon}$) wyprowadzoną z suszonego materiału w czasie dwóch godzin procesu. Na wykresach pokazujących przebiegi wartości naprężeń towarzyszących procesowi optymalnemu można zauważyć, że taki proces nie jest prowadzony przez cały czas trwania z maksymalną dopuszczalną intensywnością. Po okresie intensywnym następuje okres łagodniejszych warunków. Wartości naprężeń spadają, bo zmniejszono szybkość odparowywania wilgoci z brzegu i w wyniku dyfuzji wilgoci z wnętrza materiału ku brzegowi rozkład wilgoci w suszonej próbce się wyrównuje. W następnym okresie można zwiększyć szybkość odprowadzania wilgoci z brzegu. Nie powoduje to nadmiernego wzrostu wartości naprężeń i nie kończy przedwcześnie pierwszego okresu

suszenia. Taki pulsacyjny sposób suszenia został przez procedurę optymalizacyjną opartą na metodzie algorytmów genetycznych wskazany jako najszybszy.

Na zakończenie przedstawiono rozwiązanie (zadanie 11), w którym poszukuje się przepisu na wysuszenie próbki materiału do zadanej wilgotności tak, aby zużyć w tym celu minimalną ilość energii. Proces suszenia składa się z trzech okresów. W pierwszym, 20-minutowym, wstępnym okresie suszenie przebiega z maksymalną intensywnością, tzn. z pracującą nagrzewnicą i wentylatorem. Drugi okres dwugodzinny jest okresem, dla którego wyznaczany jest program pracy urządzeń suszarki. Trzeci okres, dosuszanie, to ponownie intensywna praca nagrzewnicy i wentylatora aż do momentu, gdy wilgotność materiału osiągnie wymaganą wartość W_{kon} . W istocie także i w tym zadaniu poszukiwano procesu z maksymalną szybkością suszenia, ponieważ im większa ilość wilgoci została wyprowadzona z materiału w czasie sterowanego okresu, tym krócej będzie trwał końcowy, energochłonny okres dosuszania do żądanej wilgotności W_{kon} . Z przedstawionych wyników rozwiązania tego zadania wyciągnięto wniosek, że także w tym przypadku, optymalnym okazał się program realizujący pulsacyjny proces suszenia. Można zaobserwować, analizując krzywą suszenia optymalnego procesu.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych, działalności popularyzatorskiej oraz współpracy krajowej i międzynarodowej

4b. Badania naukowe

Przed uzyskaniem stopnia doktora

Po ukończeniu studiów na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej pojąłem pracę w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN. Pracownia, którą kierował prof. dr hab. inż. Włodzimierz Derski zajmowała się mechaniką ośrodków porowatych oraz termodyfuzją. W tym zespole zajmowałem się makroskopowym opisem i analizą geometrii przestrzeni porów z uwzględnieniem silnych anizotropii ośrodka. Tematem pierwszej publikacji [A1] było wyznaczenie porowatości objętościowej i powierzchniowej dla ośrodka scharakteryzowanego tensorem przepuszczalności. W pracy [A2] zaproponowałem aby własności przepuszczalności materiału porowatego modelować kanalikami o zmiennych przekrojach i kierunkach. Kanalik taki otrzymuje się w wyniku przeprowadzania operacji homogenizacyjnej z funkcją wagową zależną od kierunku, dla mikrostruktury przestrzeni porów.

W roku 1991 dołączyłem do zespołu prof. dr hab. inż. Stefana J. Kowalskiego z nową tematyką, skupioną wokół zagadnień teorii suszenia materiałów kapilarno-porowatych, ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk mechanicznych towarzyszących procesowi suszenia. Zacząłem zajmować się przede wszystkim numerycznymi metodami rozwiązywania zagadnień początkowo-brzegowych.

Matematyczny model opisujący zjawiska zachodzące w kapilarno-porowatym materiale podczas procesu suszenia jest bardzo złożony, więc pierwsze otrzymywane rozwiązania dotyczyły zagadnień z daleko posuniętymi uproszczeniami i dotyczyły tylko pierwszego okresu suszenia. W pierwszej kolejności analizowałem wpływ nierównomiernego rozkładu wilgoci w płycie na powstawanie naprężeń skurczowych [A3]. Przy założeniach, że proces odbywa się w stałej temperaturze (mokrego termometru) i braku sprzężeń pól zawartości wilgoci i odkształceń zadanie sprowadza się do jednowymiarowego równania dyfuzji.

Zadania jednowymiarowe, które można rozwiązać za pomocą metod analitycznych są z oczywistych powodów zadaniami bardzo uproszczonymi. Aby otrzymywać rozwiązania zadań bardziej złożonych, a co za tym idzie, takich które będą umożliwiały wnikliwszą analizę zjawisk

zachodzących w materiale podczas suszenia, należy posługiwać się metodami numerycznymi. Zaczęłam więc przygotowywać odpowiednie narzędzie. Zbudowałam pakiet programów, które służyły do rozwiązywania układów czterech równań różniczkowych sprzężonych. Ten układ zawierał równanie transportu wilgoci, transportu ciepła oraz dwa równania dla pól przemieszczeń wywołanych zmianami rozkładów zawartości wilgoci i temperatury. Algorytm rozwiązywał zadania metodą elementów skończonych dla pochodnych względem współrzędnych przestrzennych i dwukrokową metodą różnic skończonych, dla pochodnych po czasie. Na początku służył on do rozwiązywania zadań suszenia dla prostokątnego przekroju pręta pryzmatycznego w pierwszym okresie suszenia. Równania uzupełniono warunkami brzegowymi opisującymi konwekcyjną wymianę wilgoci i ciepła na brzegu materiału oraz brak zewnętrznych obciążeń mechanicznych. Pakiet programów zawierał również narzędzia do obliczania rozkładów naprężeń i sporządzania wykresów. Za pomocą omawianego pakietu programów otrzymałam szereg wyników zamieszczonych w pracach [A4] (rozkłady naprężeń w suszonym pręcie), [A5] (oddziaływania pól temperatury i zawartości wilgoci na naprężenia w suszonym pręcie). Stanowiły one również istotną część obronionej przeze mnie na Wydziale Inżynierii Chemicznej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej rozprawy doktorskiej.

Po uzyskaniu stopnia doktora

Po uzyskaniu stopnia doktora kontynuowałam udział w badaniach różnych aspektów zjawisk mechanicznych w teorii suszenia w oparciu o uzyskiwane wyniki symulacji komputerowych procesu suszenia. Analizowane był np. wpływ geometrii rowków wydrążonych w suszonym pręcie na wielkość powstających naprężeń suszarniczych [B1, B3] oraz wzajemne oddziaływania pól temperatury i zawartości wilgoci na generowane przez te pola naprężenia [B2].

Byłam stale członkiem tej samej grupy badawczej z prof. S. J. Kowalskim, chociaż z uwagi na rozwiązanie zamiejscowej jednostki Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN w Poznaniu, byliśmy najpierw pracownikami Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Zielonej Górze a od 1 października 1997r. – Politechniki Poznańskiej. Tematyka badawcza grupy pozostała taka sama.

Oprócz udziału we wspólnych zadaniach badawczych, podjąłem pierwsze próby poszukiwania optymalnych sposobów prowadzenia procesu suszenia. Zadanie zostało postawione następująco: jak maksymalnie przyspieszyć proces wyprowadzania wilgoci z suszonego materiału, aby naprężenia towarzyszące temu procesowi nie przekroczyły założonych dopuszczalnych wartości. Podstawowy pakiet programów do symulacji procesu suszenia został rozbudowany o blok umożliwiający śledzenia na bieżąco naprężeń występujących w suszonym pręcie. Parametrami czynnika suszącego można było na bieżąco tak sterować, aby śledzone naprężenia nie przekraczały dopuszczalnych wartości. Opracowany również został algorytm automatycznie kontrolujący naprężenia i modyfikujący temperaturę lub wilgotność czynnika suszącego. Pierwszy opis zadań związanych z poszukiwaniem optymalnego sterowania parametrami czynnika suszącego jest zamieszczony w monografii [M1]. Dalsze wyniki zawierają prace [B4, B6, B7, M1, C3].

Przystosowałam również zbudowany pakiet programów do rozwiązywania zadań dla lepkosprężystego modelu materiału suszonego. W pracy [B8] pokazano rozkłady naprężeń w przekroju suszonego pręta pryzmatycznego dla modelu lepkosprężystego. Obliczenia wykonano dla liniowego modelu suszenia, dla pierwszego okresu i stałych współczynników określających własności materiału.

W praktyce bardzo trudno jest uzyskać żądane wartości parametrów czynnika suszącego. Ta uwaga dotyczy w szczególności wilgotności czynnika suszącego. Wyniki symulacji numerycznej, w której otrzymuje się dokładny przebieg zmian wilgotności czynnika suszącego, mają ograniczone znaczenia praktyczne. Modyfikacji parametrów czynnika suszącego w suszarce komorowej można dokonywać za pomocą dwóch urządzeń: nagrzewnicy oraz wentylatora, który przyspiesza wymianę powietrza we wnętrzu suszarki z otoczeniem. Poszukiwanie programu sterowania suszarką, który

zapewniłby optymalny przebieg procesu suszenia przedstawiłem w [B17]. Przyjąłem, że poszukiwany jest okres godzinny sterowania urządzeniami suszarki, które mogą być albo włączone (stan „1”) albo wyłączone (stan „0”). W ten sposób ciąg 60 par złożony z zer i jedynek jest zapisem godzinnej pracy suszarki. Może też być naturalnym sposobem zakodowania pojedynczego procesu w metodzie algorytmów genetycznych, czyli, używając nomenklatury tej metody –chromosomem. Zadanie jest rozwiązywane dla liniowego modelu (stałe współczynniki) suszenia pręta o przekroju prostokątnym w pierwszym okresie suszenia. Zmiany parametrów czynnika suszącego przy konkretnej sekwencji pracy nagrzewnicy i wentylatora zbadalem wraz z dyplomantem doświadczalnie dla suszarki komorowej SLM, w ramach prowadzonej pracy magisterskiej.

Kolejnym krokiem budowy programu do numerycznej symulacji procesu suszenia była modyfikacja polegająca na dostosowaniu istniejącego pakietu do rozwiązywania zadania suszenia jednorodnej próbki walcowej w warunkach izotropowych. Przy zapisie takiego zadania w zmiennych walcowych rozkłady poszukiwanych funkcji są niezależne od współrzędnej katowej i otrzymuje się dwuwymiarowe zadanie, które w pełni opisuje proces suszenia rzeczywistej bryły, bez przyjmowania żadnych upraszczających założeń. Dla walcowych próbek wykonuje się większość doświadczeń w zespole, którego jestem członkiem. Dodatkową korzyścią rozwiązywania zadań dla takich próbek jest również możliwość porównywania rozwiązań numerycznych z wynikami otrzymywanymi w doświadczeniach. Dotychczasowy model matematyczny został wzbogacony o objętościowe źródła ciepła, które mają opisywać zjawiska zachodzące podczas suszenia materiałów w komorze mikrofalowej. Przyjmuje się moc takiego źródła proporcjonalną do chwilowej, lokalnej zawartości wody. Opis szczegółowy modelu i algorytmu rozwiązywania zadania początkowo-brzegowego dla walca suszonego w komorze mikrofalowej zawiera monografia [M4]. Otrzymane wyniki numeryczne pozwalają analizować rozkłady temperatury i zawartości wilgoci w walcu, w którym założono wnikiwanie mikrofal do wnętrza przez jedną tylko ścianę (np. przez górną podstawę lub tylko przez pobocznice). W kolejnych artykułach zwraca się szczególną uwagę na efekty mechaniczne podczas suszenia. Wyniki obliczeń numerycznych rozwoju naprężeń towarzyszących procesowi suszenia porównuje się z danymi otrzymanymi z badania suszonego walca kaolinowego metodą emisji akustycznej [B18]. Z kolei w pracy [B19] porównuje się uszkodzenia suszonego walca intensywnym suszeniem konwekcyjnym i mikrofalowym. Tu także otrzymane wyniki numeryczne są konfrontowane z wynikami eksperymentów.

Matematyczny model suszenia materiału kapilarno-porowatego zastosować można do opisu zjawisk z dziedziny budownictwa. W pracach [B9,B14] rozważa się zagadnienie izolacji cieplnej przegrody kapilarno-porowatej, zawilżonej i permanentnie zasilanej wilgocią. Wilgoć nie tylko zwiększa przewodnictwo ciepła w przegrodzie, ale powoduje dodatkową konsumpcję ciepła na przemiany fazowe wody we wnętrzu przegrody, co z punktu widzenia użytkownika budynku oznacza dodatkową utratę ciepła.

Nierównomierne rozkłady wilgoci mogą także wywołać powstawanie naprężeń wilgotnościowych w przegrodach [B16].

Proces suszenia materiałów kapilarno-porowatych charakteryzuje się silnymi własnościami nieliniowymi. Sam proces dzieli się na dwa okresy, w których ewakuacja wilgoci następuje z inną intensywnością i inny sposób. Własności mechaniczne materiału suszonego zmieniają się bardzo istotnie w zależności od stopnia zawilgocenia. Ażeby sensownie symulować numerycznie proces suszenia należy te fakty wziąć pod uwagę. Dlatego pracowałem nad skonstruowaniem takiego algorytmu rozwiązywania zagadnień suszarniczych, który pozwalałby na szybkie otrzymywanie rozwiązań zadań nieliniowych. W artykule [B20] przedstawiłem swoje pierwsze wyniki obliczeń dla nieliniowego modelu suszenia kapilarno-porowatego walca. Model matematyczny zagadnienia ma podobny charakter do tego opisującego pierwszy okres suszenia. Przyjmuje się, że współczynniki opisujące transport wilgoci i ciepła są funkcjami zawartości wilgoci. Aby opisać przemianę fazową we

wnętrzu suszonego materiału w równaniach pojawiają się odpowiednie człony źródłowe. Współczynnik wymiany wilgoci na brzegu materiału suszonego również jest funkcją zawartości wilgoci. Wyznaczone zostały rozkłady temperatury i zawartości wilgoci dla walca suszonego w jednorodnych warunkach. Analizowano napężenia dla modelu sprężystego i lepkosprężystego ale dla stałej wartości modułu Younga i współczynnika lepkości.

Wykorzystując metodę zastosowaną w powyższym artykule rozbudowaną o opis nieliniowego charakteru własności materiału suszonego wykonałem szereg symulacji numerycznych. Były one wykorzystywane w pracach, w których wyniki symulacji porównywano z wynikami eksperymentalnymi.

Interesujące zjawisko udało się zaobserwować dla symulacji procesu suszenia materiału, którego własności reologiczne silnie zależą od stopnia zawilżenia. W obliczeniach przyjmuje się założenie, że na początku procesu suszenia materiał jest lepki, a w miarę ewakuacji wilgoci traci stopniowo własności lepkie i staje się materiałem sprężystym. Intensywne suszenie materiału o takich własnościach powoduje, że po zakończeniu procesu suszenia w materiale pozostają trwałe naprężenia rezydualne. Ich obecność można stwierdzić podczas rehydratacji wysuszonego materiału. Rozważania tego zagadnienia zostały przedstawione w pracy [B21, B_22] a referat o tym zjawisku przedstawiony na Asia-Pacific Drying Conference ADC'07 w Hong Kongu otrzymał nagrodę The Best Paper [C12].

Tematem pracy [B23] jest zagadnienie zniszczenia walcowej próbki kaolinowej podczas procesu suszenia konwekcyjnego. Posłużono się hipotezą energetyczną (Hubera-Misesa-Hencky'ego). Pola zawartości wilgoci i temperatury wyznaczono z nieliniowych związków opisujących pierwszy i drugi okres suszenia. Pola przemieszczeń są wyznaczane przy założeniu, że wartość modułu Younga rozpatrywanego materiału zmienia się wraz ze zmianą zawartości wilgoci, przyjmując sprężysty model materiału. Rozwiązanie zadania, czyli wyznaczenie rozkładów poszukiwanych pól pozwala na wyznaczenie rozkładów współrzędnych tensora naprężenia i dalej rozkładów naprężeń zredukowanych. Przyjmuje się, że wytrzymałość materiału suszonego jest zależna od stopnia zawilżenia. Pole zawartości wilgoci pozwala, zatem wyznaczyć aktualny rozkład naprężeń dopuszczalnych dla suszonego walca. W miejscach, w których wartość chwilowych naprężeń zredukowanych przewyższa wartość naprężeń dopuszczalnych następuje uszkodzenia materiału. W pracy wyniki symulacji numerycznej ilustruje się zdjęciami uszkodzonych podczas suszenia walców kaolinowych. Szczególnie ciekawe są uszkodzenia we wnętrzu próbki, wywołane naprężeniami ścinającymi. Widoczne są one w przekrojach wysuszonego walca jako miejsca, w których naprężenia zredukowane przekroczyły granicę plastyczności. Można także spotkać się z takim uszkodzeniem suszonego walca, które powoduje pęknięcie na wskroś.

Zagadnieniom uszkodzeń walcowej próbki podczas intensywnego procesu suszenia w komorze mikrofalowej poświęcona jest praca [B27]. W prezentowanym modelu przyjmuje się nową postać członów źródłowych w równaniach przewodnictwa ciepła. Uwzględniają one fakt, że część ciepła w wyniku oddziaływania promieniowania mikrofalowego powstaje także w kaolinowym szkielecie. Z porównania krzywych suszenia oraz przebiegów w czasie temperatury w wybranym punkcie na górnej podstawie suszonego walca otrzymanego w doświadczeniu i w numerycznej symulacji wynika zadawalająca zgodność matematycznego modelu procesu z przebiegiem rzeczywistym. Znajduje się rozkłady naprężeń zredukowanych, porównuje z chwilowym rozkładem naprężeń dopuszczalnych i wyznacza się miejsca potencjalnych uszkodzeń.

Praca [B26] jest poświęcona poszukiwaniu metodą symulacji numerycznej optymalnego programu suszenia kombinowaną metodą łączącą suszenie konwekcyjne i mikrofalowe, w oparciu o algorytm rozwiązujący nieliniowe zagadnienia teorii suszenia. Przeprowadzono symulacje dwugodzinnego procesu suszenia. Czas trwania procesu podzielono na osiem piętnastominutowych odcinków. W każdym z tych odcinków próbka mogła być suszona albo w komorze mikrofalowej albo w suszarce konwekcyjnej. Jest zatem 28 różnych sposobów poprowadzenia takiego hybrydowego suszenia. Po

zapisaniu wyników tych symulacji można wybrać taki proces, który będzie najlepiej realizował zadanie maksymalizacji konkretnej funkcji celu. Miarą jakości procesu może być np. wyprowadzenie największej ilości wilgoci podczas dwóch godzin trwania procesu, minimalizacja towarzyszących procesowi naprężeń lub inne.

W ostatnim czasie tematem prac zespołu są zagadnienia suszenia materiałów kapilarno-porowatych z uwzględnieniem plastycznych własności materiału suszonego. Prace kolegów nad modelowaniem tych zjawisk i badania doświadczalne wspieram rozwiązując numerycznie odpowiednie zadania. Z uwagi na złożony charakter modelu, pierwsze zadania dotyczą zagadnień jednowymiarowych. W pracy [B25] rozwiązywałem zadanie wyznaczenia naprężeń o odkształceń dla suszenia płyty, a w pracy [B28] podobne zadanie, ale dla warunku uplastycznienia zależnego od aktualnej zawartości wilgoci.

Nagrody

1. Nagroda Ministra Edukacji Narodowej w 1997 roku za zestaw prac dotyczących procesu suszenia (zespołowa: S.J. Kowalski, G. Musielak, A. Rybicki).
2. Nagroda rektora Politechniki Poznańskiej w 2001 roku za „Zagadnienia deformacji i pęknięcia zawilżonych materiałów kapilarno-porowatych poddanych procesowi suszenia” (monografia i zestaw publikacji), (zespołowa: S.J. Kowalski, G. Musielak, A. Rybicki).
3. Nagroda rektora Politechniki Poznańskiej w 2003 roku za osiągnięcia w dziedzinie „Termomechanika materiałów suszonych” (monografia i zestaw publikacji), (zespołowa: S.J. Kowalski, J. Banaszak, G. Musielak, A. Rybicki, K. Rajewska, M. Sikorski).
4. Nagroda rektora Politechniki Poznańskiej w 2005 roku za osiągnięcia w dziedzinie „Fizyczne podstawy suszenia mikrofalowego” (monografia i zestaw publikacji), (zespołowa: S.J. Kowalski, J. Banaszak, G. Musielak, A. Rybicki, K. Rajewska).
5. Nagroda *The Best Papers*, za pracę S.J. Kowalski, A. Rybicki „Rehydration of Stressed Bodies after Drying”, prezentowaną na Asia-Pacific Drying Conference ADC'07 w Hong Kongu, Sierpień 2007r.
6. Nagroda Rektora Politechniki Poznańskiej w 2008 roku za „opracowanie hybrydowych metod suszenia materiałów porowatych” (monografia i zestaw publikacji), (zespołowa: S.J. Kowalski, J. Banaszak, G. Musielak, A. Rybicki).
7. Nagroda Rektora Politechniki Poznańskiej w 2010 roku za działalność naukową, (zespołowa: S.J. Kowalski, J. Banaszak, G. Musielak, A. Rybicki).
8. Nagroda Rektora Politechniki Poznańskiej w 2011 roku za działalność naukową, (zespołowa: S.J. Kowalski, J. Banaszak, K. Rajewska, A. Rybicki).

Udział w projektach badawczych KBN

1. Główny wykonawca projektu badawczego KBN pt. „Optymalne procesy suszenia zawilżonych materiałów kapilarno-porowatych w ujęciu termomechanicznym” (1 IV 1993- 31 III 1996);
2. Główny wykonawca projektu badawczego KBN pt. „Problem destrukcji intensywnie suszonych materiałów kapilarno-porowatych” (1 V 1997 – 30 IV 2000).

3. Główny wykonawca projektu badawczego KBN pt. „Optymalizacja komputerowo symulowanych procesów suszenia konwekcyjnego i mikrofalowego materiałów kapilarno-porowatych oraz ich weryfikacja doświadczalna.” (1 VIII 2001-2004).
4. Główny wykonawca projektu badawczego KBN pt. „ Analiza efektywności złożonego suszenia konwekcyjno mikrofalowego materiałów szczególnie wrażliwych” (1. VIII 2005r. 24.V.2008r.)
5. Główny wykonawca projektu badawczego KBN pt. „Analiza spowodowanych suszeniem , trwałych deformacji oraz pęknięcia materiałów porowatych” (26.05.2008r. 25.05.2011r),
6. Główny wykonawca projektu badawczego MNiSzW pt. „Modelowanie i eksperymentalna identyfikacja pęknięć w suszonych materiałach porowatych” (22.09.2009 –21.09.2012).
7. Główny wykonawca projektu badawczego MNiSzW pt. „Suszenie Hybrydowe: Optymalizacja czasu suszenia i zużycia energii przy żądanej jakości produktu”(realizowany).

Podsumowanie – dorobek naukowo-badawczy – zestawienie ilościowe

L.P.	Rodzaj publikacji	Przed doktoratem	Po doktoracie	Razem
1.	Monografie		1	1
2.	Rozdziały i artykuły w monografiach w tym samodzielnie		3 2	3
3.	Artykuły opublikowane w czasopismach z listy filadelfijskiej w tym samodzielnie		19 1	19
	Artykuły opublikowane w pozostałych recenzowanych czasopismach w tym samodzielnie	5 2	9	14 2
	Referaty na konferencjach międzynarodowych W tym wygłoszone osobiście	2 1	21 14	23
	Referaty na konferencjach krajowych W tym wygłoszone osobiście		6 1	6
	Postery na konferencjach międzynarodowych		7	7
	Patenty			
	Ogółem	9	66	75

Działalność dydaktyczna

W ramach obowiązków dydaktycznych prowadziłem następujące zajęcia:

W Wyższej Szkole Pedagogicznej w Zielonej Górze (w latach 1994-1997):

1. Podstawy informatyki (dla studentów kierunków humanistycznych, pedagogicznych i wychowanie techniczne).
2. Programowanie obiektowe (dla studentów wychowania technicznego).

W Politechnice Poznańskiej (od roku 1997):

1. Podstawy Inżynierii Chemicznej -laboratorium, (w tym przygotowanie zestawu ćwiczeń) dla studentów kierunku technologia ochrony środowiska.
2. Stochastyczne równania różniczkowe (dla studentów kierunku matematyka na wydziale Mechanicznym).
3. Matematyczne podstawy inżynierii chemicznej (wykład i zajęcia projektowe) dla studentów kierunku inżynieria procesów chemicznych.
4. Podstawy statystyki (wykład i zajęcia projektowe) dla studentów kierunku inżynieria procesów chemicznych.
5. Chemometria ze statystyką (wykład i zajęcia projektowe) dla studentów Wydziału Technologii Chemicznej.
6. Technologie informatyczne dla studentów Wydziału Technologii Chemicznej (zajęcia projektowe).
7. Podstawy metod numerycznych (zajęcia projektowe) dla studentów kierunku inżynieria procesów chemicznych.
8. Inżynieria ośrodków porowatych (laboratorium) dla studentów kierunku inżynieria procesów chemicznych.

Jestem promotorem prac magisterskich i inżynierskich studentów Wydziału Technologii Chemicznej Politechniki Poznańskiej (w liczbie: magisterskie – ok. 6, inżynierskie 1.).

Wielokrotnie byłem recenzentem prac magisterskich i inżynierskich i przewodniczącym inżynierskiej komisji egzaminacyjnej.

W 2013 byłem członkiem Komisji Egzaminacyjnej na studia II stopnia (magisterskie) Wydziału Technologii Chemicznej.

Inna działalność

1. Opracowanie recenzji wydawniczych dla „Mechanics of Time-Dependent Materials” 1 recenzja
2. Członek Komitetu Organizacyjnego XI Polish Drying Symposium 13-16 wrzesień 2005 Poznań,

Zestawienie oceny punktowej wszystkich publikacji habilitanta dostępnych w bazie internetowej Base Web of Knowledge (06.03.2013)

Search Search history

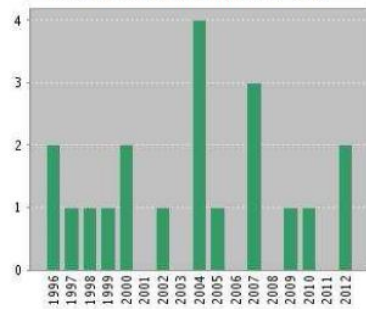
All Databases

<< Back to previous page

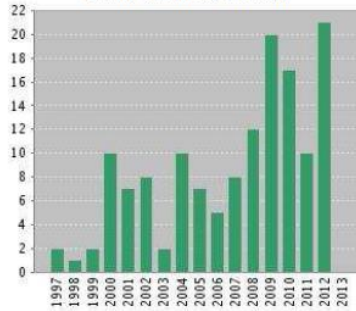
Citation Report Author=(Rybicki A.)
Refined by: Research Areas=(ENGINEERING)
Timespan=All Years.

This report reflects citations to source items indexed within All Databases.

Published Items in Each Year



Citations in Each Year



Results found: 20
Sum of the Times Cited [?]: 142
Sum of Times Cited without self-citations [?]: 113
Citing Articles [?]: 84
Citing Articles without self-citations [?]: 70
Average Citations per Item [?]: 7.10
h-index [?]: 7

Results: 20

Page 1 of 2 Go

Sort by: Times Cited -- highest to lowest

Andrzej Rybicki