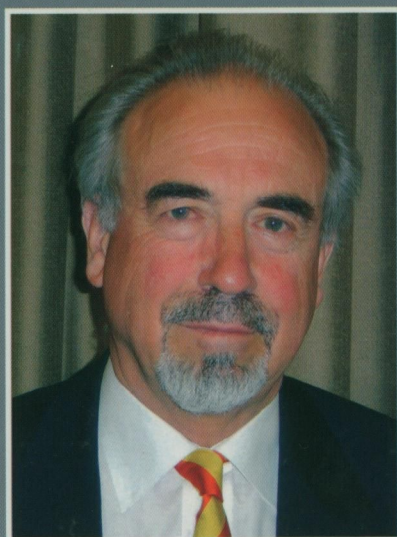




Zachodniopomorski
Uniwersytet Technologiczny
w Szczecinie



Alvin William Nienow

HONORIS CAUSA
DOCTORIS

WTiCh



Wydział
Technologii i Inżynierii
Chemicznej

Szczecin 2010

Uroczystość
nadania tytułu
doktora honoris causa
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu
Technologicznego w Szczecinie

**Alvinowi Williamowi
Nienowowi**

Szczecin, 20 maja 2010 roku

Projekt okładki
Aneta Zierke

@ Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Szczecin 2010

ISBN 978-83-7663-044-1

Opracowanie graficzne, łamanie, druk i oprawa:
PPH Zapol Dmochowski, Sobczyk Spółka Jawna
al. Piastów 42, 71-062 Szczecin, tel. 091 435 19 00, e-mail: zarzad@zapol.com.pl

Słowo wstępne Jego Magnificencji Rektora Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie prof. dr. hab. inż. Włodzimierza Kiernożycznego	5
The Introductory Address of the Rector Magnificus of the West Pomeranian University of Technology, Szczecin, Professor Włodzimierz Kiernorzycki	7
Laudacja prof. dr. hab. inż. Zdzisława Jaworskiego Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie.	9
Laudation of Professor Zdzisław Jaworski West Pomeranian University of Technology, Szczecin	13
Uchwała Senatu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.	17
Nota biograficzna Doktora Honoris Causa Profesora Alvina Williama Nienowa.	20
Biographical Notes of the Honorary Doctor, Professor Alvin William Nienow	23
Wykład Doktora Honorowego Profesora Alvina Williama Nienowa „Mixing with Chemical Engineers; Szczecin, Poland and World Wide”	25
Lecture of the Honorary Doctor, Professor Alvin William Nienow „Mixing with Chemical Engineers; Szczecin, Poland and World Wide”	52
Opinia prof. dr. hab. inż. Stanisława Ledakowicza.	76
Uchwała Senatu Politechniki Łódzkiej	80

Opinia	
prof. dr. hab. inż. Jerzego Bałdygi	81
Uchwała Senatu Politechniki Warszawskiej	84
Opinia	
prof. zw. dr. hab. inż. Andrzeja Noworyty	85
Uchwała Senatu Politechniki Wrocławskiej	88
Doktorzy honoris causa	
Akademii Rolniczej w Szczecinie.....	89
Doktorzy honoris causa	
Politechniki Szczecińskiej.....	93

Słowo wstępne Jego Magnificencji Rektora
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu
Technologicznego w Szczecinie
prof. dr. hab. inż.
Włodzimierza Kiernożyckiego

Przypadł mi w udziale zaszczyt poprowadzenia dzisiejszego uroczystego posiedzenia Senatu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego, w czasie którego Profesor Alvin William Nienow zostanie uhonorowany najwyższym wyróżnieniem, jakie uczelnia akademicka może przyznać – tytułem doktora honoris causa.

Historię rozwoju nauki tworzą ludzie wybitni, obdarzeni niezwyklejmi talentami i przymiotami charakteru. W dzisiejszych czasach, aby osiągnąć sukces, potrzebna jest umiejętność gromadzenia wokół siebie ludzi zarażonych wspólną pasją – dążeniem do prawdy i odkrywania rzeczy nowych. Profesor Alvin W. Nienow niewątpliwie takie zdolności ma jako wybitny naukowiec w dyscyplinie nauk chemicznych, członek zwykły wielu instytucji inżynierskich i naukowych Zjednoczonego Królestwa Wielkiej Brytanii i Irlandii Północnej, Stanów Zjednoczonych Ameryki, honorowy członek Czeskiego Towarzystwa Nauk Chemicznych, członek Kolegium Recenzentów Rady Strategicznej Badań Naukowych Królestwa Danii, honorowy profesor wielu uniwersytetów, a także promotor kadr i przyjaciel Politechniki Szczecińskiej.

Profesor Alvin W. Nienow utworzył w Anglii szkoły naukowe procesów mieszania z zakresu inżynierii biochemicznej oraz fluidyzacji gazowej. Na szczególne podkreślenie zasługuje tutaj utylitarny charakter prowadzonych badań i ich gospodarcze zastosowania, możliwe dzięki współpracy Profesora z wieloma firmami w Europie i Stanach Zjednoczonych Ameryki. Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny do tego typu osiągnięć przywiązuje dużą wagę.

Nie sposób wymienić tutaj wszystkich zasług naszego pierwszego Doktora Honoris Causa – pierwszego Doktora Honoris Causa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego. Znajdziemy je w laudacji i opiniach Recenzentów. Miarą sukcesu naukowego jest uznanie osiągnięć w skali krajowej i międzynarodowej. Niewątpliwie Profesor Alvin W. Nienow taki sukces osiągnął. Jego osoba jest nam bliska w pojmowaniu służebności nauki nie tylko wobec własnego Uniwersytetu, ale również wobec misji, jaką uczony spełnia w środowisku i na rzecz rozwoju gospodarczego.

Senat Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego, nadając godność doktora honoris causa Profesorowi Alwinowi W. Nienowowi, wyraża uznanie,

szacunek i podziękowanie, przede wszystkim za Jego pracę, trud włożony w tworzenie postępu oraz otwarcie na współpracę międzynarodową.

Jest dla nas wielkim zaszczytem, że w uznaniu zasług dla nauki i naszej Uczelni możemy uhonorować tak znakomitego Uczzonego, nadając Mu tytuł i godność doktora honoris causa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

Wniosek Senatu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego poparły senaty Politechniki Łódzkiej, Politechniki Warszawskiej oraz Politechniki Wrocławskiej.



Szczecin, maj, 2010 roku

The Introductory Address
of the Rector Magnificus
of the West Pomeranian University
of Technology, Szczecin,
Professor Włodzimierz Kiernożycki

I have been privileged with the honour to preside over today's special session of the Senate of the West Pomeranian University of Technology, Szczecin, during which the highest academic distinction awarded by Polish universities – the Honorary Degree (Honoris Causa) – is going to be conferred to Professor Alvin W. Nienow.

The history of science is made by outstanding people with many extraordinary talents and character traits. Nowadays, in order to achieve success, one needs the ability to find and attract people sharing the same passion to strive in an effort of trying to find the truth and to discover the yet unknown. Undoubtedly, Professor Alvin W. Nienow is a man of such talents. He is an eminent scientist in the field of chemical engineering, a fellow of many engineering and scientific institution of the United Kingdom and the USA, an honorary member of the Czech Society of Chemical Engineering and the Strategic Council of Research Experts of the Kingdom of Denmark, an honorary professor of many universities, a supervisor and mentor of younger scholars and a friend of Szczecin University of Technology.

Prof. Nienow is considered to have founded in England two scientific schools of mixing; one focusing on biochemical engineering and one based on gas fluidization. What particularly needs to be emphasized is the practical character of his studies and their industrial applications, which is evidenced in his collaboration with many companies from both Europe and the USA. Here, in the West Pomeranian University of Technology, Szczecin, we attach particular importance to these kinds of achievements.

It would be difficult to list all the contributions and merits of our first Honorary Doctor; the first Doctor Honoris Causa of the West Pomeranian University of Technology, Szczecin. You can find them in the laudation and the references written by the reviewers. The national and international recognition of one's achievements is the measure of one's scientific success. Without doubt, Professor Alvin W. Nienow has managed to achieve this kind of success. We feel closely connected to Professor Nienow's understanding of the ancillary nature of science not only to his own alma mater, but also towards the mission the Scientist fulfills in the environment and for the sake of economic development.

While conferring the distinction of the Honorary Degree (Honoris Causa) to Professor Alvin W. Nienow, The Senate of the West Pomeranian University of Technology also wishes to express its thanks, respect and highest appreciation to Him for his work and efforts put into fostering development and broadening the international cooperation.

It is our great honour that in recognition of Professor Alvin W. Nienow's distinguished contribution to the worldwide development of science as well as in view of his invaluable contribution to this university the Honorary Degree (Honoris Causa) of the West Pomeranian University of Technology, Szczecin, is going to be conferred to this eminent scientist and engineer.

The motion of the Senate of the West Pomeranian University of Technology has gained the support of the Senates of the Technical University of Lodz, Warsaw University of Technology and Wroclaw University of Technology.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, cursive letters that appear to read 'W. Nienow'.

Szczecin, May, 2010

Laudacja
prof. dr. hab. inż. Zdzisława Jaworskiego
Zachodniopomorski Uniwersytet
Technologiczny w Szczecinie

Magnificencjo Rektorze!
Wysoki Senacie!
Szanowny Profesorze Nienow!
Panie i Panowie!

Jest dla mnie wielkim zaszczytem możliwość przedstawienia laudacji wybitnego uczonego, Profesora Alvina Williama Nienowa – osoby cieszącej się wysokim prestiżem i uznaniem w międzynarodowym środowisku naukowców zajmujących się inżynierią chemiczną i procesową – w związku z nadaniem Mu godności i tytułu doktora honoris causa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

Profesor Alvin Nienow jest uznanym autorytetem i twórcą szkół naukowych z zakresu inżynierii chemicznej i biochemicznej, członkiem szeregu prestiżowych międzynarodowych i brytyjskich gremiów naukowych oraz konsultantem wielu zagranicznych i brytyjskich firm przemysłowych. Jest On również, a może przede wszystkim, nauczycielem wielu studentów i opiekunem wielu doktorantów zajmujących się inżynierią chemiczną oraz bioprocessową. Szczególnie aktywnie prawie dwadzieścia lat Profesor współpracował naukowo z nauczycielami akademickimi Instytutu Inżynierii Chemicznej i Procesów Ochrony Środowiska naszej Uczelni.

Profesor Alvin Nienow urodził się 19 czerwca 1937 roku w Londynie, gdzie ukończył szkołę średnią, uzyskując główną nagrodę hrabstwa Londyn. W 1955 roku rozpoczął studia na kierunku inżynieria chemiczna w University College London, które ukończył także z wyróżnieniem. Następnie przez trzy lata pracował w kilku firmach przemysłowych i z tym doświadczeniem inżynierskim podjął pracę jako wykładowca w stolicy Anglii – krótko w West Ham College of Technology i następnie przez siedemnaście lat w University College London. W 1968 roku uzyskał tam stopień doktora po przedstawieniu rozprawy na temat „Rozpuszczanie ciała stałego w cieczy w zbiorniku z mieszadłem turbinowym”, a w 1980 roku – stopień Doctor of Science, będący odpowiednikiem naszego doktora habilitowanego, po prezentacji pracy „Mieszanie, wymiana masy i fluidyzacja gazowa”. W roku 1980 został profesorem inżynierii chemicznej na Uniwersytecie w Birmingham, a w latach 1989–2004 piastował stanowisko profesora inżynierii biochemicznej, będąc w tym okresie prawie dziesięć lat także dyrektorem Centrum Inżynierii Biochemicznej Uniwersytetu.

Bogata działalność naukowa Profesora Nienowa w Londynie i potem w Birmingham doprowadziła do utworzenia dwóch szkół naukowych: fluidyzacji gazowej oraz mieszania cieczy, szczególnie w zastosowaniach bioprocessowych. Profesor jest współautorem dwóch książek, w tym w dwóch obcych językach, i wielu rozdziałów w osiemnastu innych monografiach, a łączny dorobek publikacyjny sięga ponad czterystu czterdziestu prac naukowych. Na szczególne podkreślenie zasługuje też niezmiernie szeroka aktywność w kształceniu młodej kadry badawczej i wypromowanie ponad pięćdziesięciu doktorów w zakresie dyscyplin inżynieria chemiczna i biochemiczna.

Badania fluidyzacji skupiały się na złożach ziarnistych fluidyzowanych gazem w przemyśle, początkowo w odniesieniu do fluidalnego spalania węgla, a później pokrywania cząstek proszków i ich aglomeracji. Były prowadzone w latach 1970–1997, najpierw w University College London, potem na University of Birmingham. Profesor Nienow wypromował siedmiu doktorów zajmujących się tą dziedziną i opublikował na ten temat sześćdziesiąt prac w renomowanych czasopismach oraz materiałach konferencji naukowych. Jest również autorem lub współautorem trzech rozdziałów w książkach o fluidyzacji.

Przedmiotem Jego głównych zainteresowań naukowych były procesy mieszania cieczy ze szczególnym uwzględnieniem aplikacji w inżynierii biochemicznej. Te prace, realizowane w latach 1967–2009, najpierw, do 1980 roku, w University College Londyn, potem na University of Birmingham, zaowocowały wypromowaniem trzydziestu czterech doktorów. Rezultaty obszernych badań naukowych w kierowanych przez Niego zespołach zostały przedstawione w książce „Mixing in the Process Industries” (w dwóch edycjach w 1992 i 1997), przetłumaczonej na język japoński i chiński, oraz w drugiej monografii „Biochemical Engineering Principles” (2005). Ponadto w trzech rozdziałach w książkach o inżynierii biochemicznej, a także w rozdziale „Biotechnology: Aeration”, zawartym w Kirk-Othmer Encyclopaedia of Chemical Technology (2005). Jest autorem lub współautorem rozdziałów w dwunastu innych monografiach oraz trzystu osiemdziesięciu odrębnych publikacji naukowych dotyczących procesów mieszania w inżynierii chemicznej, w tym około stu dziewięćdziesięciu odnoszących się do inżynierii biochemicznej.

Profesor Alvin Nienow wyjątkowo aktywnie współpracował z zagranicznymi ośrodkami naukowymi i przemysłowymi. Złożył trzy wizyty na okres miesiąca lub dłużej w Japonii, Francji oraz Chinach. Chętnie przyjmował zagranicznych badaczy, goszcząc łącznie ponad trzydzieści osób z sześciu krajów europejskich, trzech azjatyckich i dwóch północnoamerykańskich. Najwięcej odwiedzających naukowców przybyło z Japonii. Był również szeroko otwarty na współpracę z polskimi badaczami, a w szczególności z profesorami: Fryderykiem Strękiem, Ryszardem Pohoreckim, Joanną Karcz, Jerzym Bałdygą. Wiele lat współpracował z profesorami Andrzejem Packiem i Zdzisławem Jaworskim. Owocne kontakty z pracownikami Politechniki Szczecińskiej datują się od 1987 roku – od zaprosze-

nia magistra inżyniera Waldemara Bujalskiego na cykl badań zakończony pracą doktorską. Nowoczesne laboratoria badawcze Profesora Nienowa były otwarte także dla innych nauczycieli akademickich ze Szczecina, wśród których można wymienić panie doktor Barbarę Zakrzewską i Paulinę Pianko-Oprych.

Profesor Nienow brał aktywny udział w dwudziestu siedmiu grupach działań w ramach jedenastu instytucji nadzorujących działalność badawczą w Zjednoczonym Królestwie. Kierował łącznie ponad osiemdziesięcioma grantami badawczymi z zakresu procesów mieszania, inżynierii biochemicznej i fluidyzacji. W pracach nad tymi grantami uczestniczyło między innymi dwunastu pracowników Politechniki Szczecińskiej. Wśród tych grantów były trzy wspólne projekty badawcze realizowane także w Polsce. Działalność publikacyjna Profesora zaowocowała zaproszeniem Go do udziału w komitetach redakcyjnych ośmiu czasopism naukowych z inżynierii chemicznej i biochemicznej, ujętych na liście filadelfijskiego instytutu informacji naukowej ISI.

Bogatą listę aktywności edukacyjnej dla inżynierów w przemyśle otwiera prowadzenie kursów podyplomowych o szerokiej tematyce w ramach The Institution of Chemical Engineers i wykładów na zamówienie dwudziestu trzech placówek przemysłowych i inżynierskich w Europie, USA i Azji, głównie na tematy wykorzystania w przemyśle wyników badań procesów mieszania cieczy. Ponadto był On doradcą naukowym czterech komisji przemysłowych, dwóch konsorcjów i około trzydziestu firm przemysłowych w Europie i USA.

Przedstawione skrótowo osiągnięcia naukowe i praktyczne oraz dydaktyczne przyniosły Profesorowi Nienowowi międzynarodową sławę wybitnego specjalisty. Wyróżniono Go honorowymi profesurami dwóch chińskich uniwersytetach, Tianjin University oraz Sichuan Union, ponadto honorowym członkostwem Czeskiego Stowarzyszenia Inżynierii Chemicznej, Zespołu Doradców Akademii Nauk Republiki Czeskiej, a także członkostwem Ekspertów Rady Strategicznej Badań Naukowych Królestwa Danii. Został nagrodzony przez Grupę Przedmiotową Inżynierii Biochemicznej Institution of Chemical Engineers za wieloletni wkład w rozwój inżynierii biochemicznej oraz uzyskał w 2003 roku nagrodę Working Party on Mixing of European Federation of Chemical Engineering za „Istotny wieloletni wkład do badań i zastosowań mieszania”. Japońskie Stowarzyszenie Promocji Nauki przyznało Mu stypendium stażowe w 1986 roku, a w 1999 roku w Australii otrzymał od Institution of Engineers tytuł „Wybitny wykładowca na uczelniach chemicznych”. Był również przewodniczącym i uczestnikiem szeregu naukowych komitetów konferencji międzynarodowych. Także środowisko naukowe Szczecina, doceniając zasługi Profesora Nienowa dla rozwoju inżynierii chemicznej i procesowej, wyróżniło Go w 2008 roku medalem „Za Specjalne Zasługi dla Politechniki Szczecińskiej”.

O uznaniu znaczących kwalifikacji inżynierskich Profesora świadczy Jego członkostwo w prestiżowych organizacjach brytyjskich: od 1964 roku w Institution of Chemical Engineers, od 1985 roku w Royal Academy of Engineering oraz od 2000

roku w American Institute of Chemical Engineering. Wysokie kwalifikacje jako nauczyciela akademickiego potwierdziło członkostwo w Institute of Learning and Teaching w latach 2000–2007, a potem w Higher Education Academy.

Bogata osobowość Profesora uzupełnia posiadanie rozlicznych hobby. Należy tu przede wszystkim Jego aktywny udział w uprawianiu sportu – od lat studenckich krykieta, potem squasha i narciarstwa oraz wędrówek pieszych, od dawna jest także fanem tańca do muzyki jazzowej i prawdziwego piwa ale.

Dzisiejsza uroczystość nadania godności doktora honoris causa jest przede wszystkim wyrazem uznania dla dokonań naukowych i zawodowych Profesora. Te wyjątkowe osiągnięcia naukowca, nauczyciela i inżyniera sprawiły, że Senat Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, na wniosek Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej oraz przy pełnym poparciu senatów: Politechniki Łódzkiej, Politechniki Warszawskiej i Politechniki Wrocławskiej, nadał uchwałą z dnia 25 stycznia 2010 roku, po raz pierwszy, co należy podkreślić, w nowo utworzonym uniwersytecie, Profesorowi Alwinowi Williamowi Nienowowi godność doktora honoris causa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alwin William Nienow' with a checkmark at the end.

Szczecin, 20 maja 2010 roku

Laudation of Professor Zdzisław Jaworski West Pomeranian University of Technology, Szczecin

Rector Magnificus!

The Senate of the West Pomeranian University of Technology!

Distinguished Professor Nienow!

Honourable Ladies and Gentlemen!

I have been honoured with an exceptional task – to deliver the laudation of an eminent engineering scientist, Professor Alvin William Nienow, whose work is held in very high regard in the international scientific community of chemical and process engineers, to whom the Honorary Doctorate (*Honoris Causa*) of the West Pomeranian University of Technology is going to be conferred.

Professor Alvin Nienow is a leading international authority and seminal scholar, founder of research schools in the field of chemical and biochemical engineering, an elected fellow of a number of prestigious scientific institutions, both British and international, as well as a consultant to many British and foreign companies. He has also, or perhaps most of all, been the teacher and mentor of many students and supervised many Ph.D. students in the field of chemical and bioprocess engineering. Furthermore, Prof. Alvin Nienow for the past 20 years actively collaborated with academics from the Institute of Chemical Engineering and Environmental Protection Processes of this university.

Professor Alvin Nienow was born in West London on 19th June 1937 where after leaving St Clement Danes Holborn Estate Grammar School he obtained a Major County Award and in 1955 started a BSc (Eng) course in Chemical Engineering at University College London (UCL), graduating with a 1st class honours degree in 1958. For the next 3 years, he worked in industry for two international companies and having gained practical engineering experience he first joined West Ham College of Technology and later University College London, where he spent the following 17 years.

In 1968, at UCL he received his Ph.D. degree after presenting a thesis on ‘Solid-Liquid Dissolution in a Turbine Agitated Vessel’ and in 1980 he obtained the degree of Doctor of Science, which is equivalent to the Polish degree of ‘habilitation’ after presenting a dissertation entitled ‘Mixing, Mass Transfer and Gas Fluidization’. In 1980 Alvin Nienow was appointed to a Professorship of Chemical Engineering at the University of Birmingham and between 1989 and 2004 was Professor of Biochemical Engineering and for nearly 10 years he held the position of Director of the SERC Centre for Biochemical Engineering.

Owing to his extensive research conducted first in London and then in Birmingham, Prof. Nienow is considered to be the founder of two scientific schools; the major one, liquid mixing, particularly applied to bioprocessing and the other on gas fluidization. He is the co-author of two books, which were translated into two foreign languages. He wrote several chapters in 18 monographs and the total number of his publications amounts to over 440 papers. What particularly needs to be stressed is Professor Nienow's extensive activity in educating and mentoring young scholars. He has supervised to completion 50 Ph.D. students in the field of chemical and biochemical engineering.

His research on fluidization mainly focused on industrial applications of granular, gas fluidized beds, first; in the context of coal combustion and second; while investigating the issues of coating powders and their agglomeration. These studies were conducted between 1970 and 1997, first at University College London and then at the University of Birmingham. Prof. Nienow supervised 7 Ph.D. students in this field, published 60 papers in prestigious journals and conference proceedings and he is also the author or co-author of 3 chapters in textbooks on fluidization.

His main research interest, liquid mixing processes covered both fundamental aspects and also their practical applications particularly in relation to biochemical engineering. His research on mixing was conducted from 1967 to 2009, first, at University College London and then, since 1980 at the University of Birmingham and it also resulted in him promoting 43 Ph.D. degrees. The research studies conducted by Prof. Nienow and the teams of scholars he supervised were summarised in the book he co-edited 'Mixing in the Process Industries' published in 1992 and 1997 which was translated into Japanese and Chinese, in the second monograph 'Biochemical Engineering Principles', published in 2005, in 3 chapters he authored in textbooks on biochemical engineering and in the chapter 'Biotechnology: Aeration' in Kirk – Othmer Encyclopaedia of Chemical Technology which came out in 2005. He is the author or co-author of chapters in 12 other monographs and 380 scientific papers on mixing in chemical engineering, 190 of which are about biochemical engineering.

Professor Alvin Nienow has been particularly active in cooperating with foreign scientific and industrial centres. He paid visits of one month or longer visits to Japan, France and China and hosted a total of 30 guest researchers from 6 European, 3 Asian and 2 North American countries. Most of his visitors were Japanese. He also actively cooperated with Polish researchers and developed close collaboration with Professors Fryderyk Stręk, Ryszard Pohorecki, Joanna Karcz and Jerzy Bałdyga. He has been involved in active collaboration lasting many years with Prof. Andrzej Pacek and Prof. Zdzisław Jaworski. His successful cooperation with scientists from Szczecin University of Technology dates back to 1983, when Waldemar Bujalski, MSc, Eng. was invited to complete his Ph.D. in England which he did in 1987. The state-of-the-art facilities in Prof. Nienow's laboratories have

always been widely open for other scholars from Szczecin, such as Dr Barbara Zakrzewska and Dr Paulina Pianko-Oprych.

Prof. Nienow was actively involved in work with 11 bodies which fund engineering and scientific activity in the UK. He supervised a total of over 80 research grants in the fields of mixing, biochemical engineering and fluidization, in which 12 scholars from Szczecin University of Technology also took part and 3 of which were conducted in Poland. His ranking in the engineering science community is reflected by the fact that Prof. Nienow is the editor of 8 prestigious journals on chemical and biochemical engineering found on the ISI Master Journal List.

His extensive educational activities for engineers working for industry included postgraduate courses on a wide range of taught subjects organized by The Institution of Chemical Engineers, lectures delivered in 23 companies in Europe, the USA and Asia, mainly on topics related to industrial applications of liquid mixing processes. Prof. Nienow was also the scientific advisor in 4 industrial commissions, 2 consortia and about 30 manufacturing companies from Europe and the US.

The present brief outline can hardly be treated as the full list of Prof. Nienow's scientific, practical, engineering and didactic activities which brought him international recognition and distinction. For his outstanding scientific achievements he was appointed to an Honorary Professorship at two Chinese universities; at the Tianjin University and at Sichuan Union. Prof. Nienow is the fellow of many prestigious scientific societies, including the honorary membership of the Czech Society of Chemical Engineering, Team of Experts at the Academy of Sciences in Czech Republic and the Strategic Council of Experts in Research of the Kingdom of Denmark. He was awarded a prestigious prize 'Lifetime Recognition Award' by the Institution of Chemical Engineers and in 2003 he received an award from the Working Party on Mixing of European Federation of Chemical Engineering for 'Significant Lifetime Contribution to Mixing Research and Practice'. The Japanese Association of Science Promotion granted him a scholarship in 1986 and in 1999 he became the Institution of Engineers (Australia) 'Chemical Colleges Eminent Speaker'. He chaired many organizing committees and participated in numerous international scientific conferences. His work in the field of chemical and process engineering is held in very high regard also by the scientific community of Szczecin which awarded him in 2008 a medal for his 'special contributions to Szczecin University of Technology'.

His profound engineering knowledge was further confirmed by his membership in prestigious British organizations; since 1981 he has been a Fellow of the Institution of Chemical Engineers, since 1985 a Fellow of the Royal Academy of Engineering and since 2000, a member of the American Institute of Chemical Engineering. His high academic and teaching standards enabled him to become a Member of the Institute of Learning and Teaching between 2000 and 2007 and later a Fellow of the Higher Education Academy.

While Prof. Nienow is a man with many academic achievements, he has also had several hobbies. From his student days, he was a passionate cricket player and he still enjoys playing squash, skiing and hiking. He has always been a fan of dancing to jazz music and of 'real ale'.

Today's solemn ceremony of awarding Prof. Nienow the Honorary Degree is most of all an appreciation of his outstanding professional achievements in the field of engineering science. Consequently, in recognition of Professor Alvin William Nienow's distinguished contribution in the scientific, didactic and engineering fields the Senate of the West Pomeranian University of Technology, Szczecin, following the initiative of the Faculty of Chemical Technology and Engineering and with the full support of the Senates of the Łódź University of Technology, Warsaw University of Technology and Wrocław University of Technology decided on January 25th, 2010, that the Honorary Degree (Honoris Causa) will be conferred, for the first time in the newly created West Pomeranian University of Technology, to Professor Alvin William Nienow.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alwin Nienow' with a checkmark at the end.

Szczecin, May 20, 2010

Uchwała Senatu
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu
Technologicznego w Szczecinie

**Uchwała nr 3
Senatu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu
Technologicznego w Szczecinie z dnia 25 stycznia 2010
roku**

**w sprawie nadania tytułu doktora honoris causa
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie
Profesorowi Alwinowi Williamowi Nienowowi**

Na podstawie § 3 ust. 1 i 2 Statutu Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie oraz opinii senatów: Politechniki Łódzkiej, Politechniki Warszawskiej i Politechniki Wrocławskiej, popierających wnioski Rady Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, Senat tej Uczelni na posiedzeniu w dniu 25 stycznia 2010 roku podjął uchwałę następującej treści:

Profesor Alvin William Nienow,

wybitny uczony, uznany autorytet w zakresie inżynierii chemicznej i biochemicznej, procesów transportu w mieszalnikach, bioreaktorach oraz fluidyzacji, twórca uznanej w Polsce, Wielkiej Brytanii, Europie, Stanach Zjednoczonych Ameryki i Japonii szkoły naukowej, w uznaniu Jego ogromnego wkładu w rozwój technologii przemysłowego mieszania, inżynierii bioreaktorów, najwyższej międzynarodowej renomy naukowej, Jego wybitnych zasług dla polskiej inżynierii chemicznej i Politechniki Szczecińskiej oraz Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie w zakresie współpracy i wymiany naukowej oraz rozwoju kadry naukowej,

w dniu 25 stycznia 2010 roku otrzymuje tytuł doktora honoris causa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

Przewodniczący Senatu
Rektor


prof. dr hab. inż. Włodzimierz Kiernożycki



EX SUMMA LICENTIA SENATUS ACADEMICI
NOS, RECTOR
POMERANIAE OCCIDENTALIS UNIVERSITATIS TECHNOLOGICAE STETINI
ET
DECANUS FACULTATIS TECHNOLOGIAE ET ARTIS INGENIARIAE CHIMICAE
ATQUE
PROMOTOR RITU OBLIGATORIO CONSTITUTUS

COMPROBANTIBUS IUNCTIM SENATIBUS:
POLYTECHNICAE LODZIENSIS
POLYTECHNICAE VARSOVIENSIS
POLYTECHNICAE WRATISLAVIENSIS

RENUNTIAMUS

Alvin William
NIENOW

INSIGNEM TITULUM

DOKTORA HONORIS CAUSA

ET IURA PRIVILEGIAQUE AD ILLAM DIGNITATEM SPECTANTIA
ACCIPERE

ILLUSTRIS VIR STUDIOsus, PROFESSOR, VIR COMPROBATA AUCTORITATE IN RATIONE DISCIPLINAE INGENIARIAE
CHIMICAE ET BIOCHIMICAE, TRANSPORTANDI PROCESSUM IN APPARATIBUS MISCENTIBUS, BIOREACTORIIS
ATQUE FLUIDIFICATIONIS, AUCTOR AESTIMATAE IN BRITANNIAE REGNO, FOEDERATIS CIVITATIBUS AMERICAE
ET IAPONIAE SCHOLAE INVESTIGATIONIS RERUM, AD AESTIMANDAM PERMAGNAM PARTICIPATIONEM EIUS
IN MISCENDI TECHNOLOGIAE INDUSTRIAM PERTINENTIS PROGRESSU, BIOREACTORIORUM DISCIPLINAE
INGENIARIAE, SUMMAM AUCTORITATEM INTERNATIONALEM IN SCIENTIAE PERVESTIGATIONE, EIUS EMINENTIA
BENEFICIA ERGO POLONAM DISCIPLINAM INGENIARIAM CHIMICAM ET POLYTECHNICAM STETINENSEM ATQUE
ERGO POMERANIAE OCCIDENTALIS UNIVERSITATEM TECHNOLOGICAM STETINI IN RATIONE OPERAE MUTUAE ET
COMMERCII ACADEMICI ATQUE COLLEGII ACADEMICI PROMOTUS

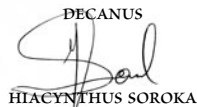
IN CUIUS ILLUSTRIS FACTI FIDEM

HOC DIPLOMA

POMERANIAE OCCIDENTALIS UNIVERSITATIS TECHNOLOGICAE STETINI SIGILLO MAIORE MUNITUM
A NOBIS EDITUM EST.

PROMOTOR

ZDZISŁAUS JAWORSKI

DECANUS

HIACYNTHUS SOROKA

RECTOR


WLADIMIRUS KIERNOŻYCKI

DATUM EST STETINI, DIE VICESIMO MENSIS MAII, ANNO MMX



Z NAJWYŻSZEGO UPOWAŻNIENIA SENATU AKADEMICKIEGO
MY, REKTOR
ZACHODNIOPOMORSKIEGO UNIwersYTETU TECHNOLOGICZNEGO W SZCZECINIE
I
DZIEKAN WYDZIAŁU TECHNOLOGII I INŻYNIERII CHEMICZNEJ

ORAZ
PODŁUG OBOWIĄZUJĄCEGO OBYCZAJU USTANOWIONY PROMOTOR

ZA
POWSZECHNĄ ZGODĄ SENATÓW:
POLITECHNIKI ŁÓDZKIEJ
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ
POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ

OŚWIAADCZAMY, ŻE ZASZCZYTNY TYTUŁ
DOKTORA HONORIS CAUSA
ORAZ PRAWA I PRZYWILEJE Z NIM ZWIĄZANE
OTRZYMUJE

**Alvin William
NIENOW**

WYBITNY UCZONY, PROFESOR, UZNANY AUTORYTET W ZAKRESIE INŻYNIERII CHEMICZNEJ I BIOCHEMICZNEJ,
PROCESÓW TRANSPORTU W MIESZALNIKACH, BIOREAKTORACH ORAZ FLUIDYZACJI, TWÓRCA UZNANEJ
W POLSCE, WIELKIEJ BRYTANII, EUROPIE, STANACH ZJEDNOCZONYCH AMERYKI I JAPONII SZKOŁY NAUKOWEJ,
W UZNANIU JEGO OGROMNEGO WKŁADU W ROZWÓJ TECHNOLOGII PRZEMYSŁOWEGO MIESZANIA, INŻYNIERII
BIOREAKTORÓW, NAJWYŻSZEJ MIĘDZYNARODOWEJ RENOMY NAUKOWEJ, JEGO WYBITNYCH ZASŁUG DLA
POLSKIEJ INŻYNIERII CHEMICZNEJ I POLITECHNIKI SZCZECIŃSKIEJ ORAZ ZACHODNIOPOMORSKIEGO
UNIwersYTETU TECHNOLOGICZNEGO W SZCZECINIE W ZAKRESIE WSPÓŁPRACY I WYMIANY NAUKOWEJ
ORAZ ROZWOJU KADRY NAUKOWEJ

W DOWÓD WIARYGODNOŚCI TEGO DONIOSŁEGO WYDARZENIA
NINIEJSZY DYPLÓM OPATRZONY PIECZĘCIĄ
ZACHODNIOPOMORSKIEGO UNIwersYTETU TECHNOLOGICZNEGO W SZCZECINIE
WYSTAWILIŚMY

PROMOTOR

ZDZIŚŁAW JAWORSKI

DZIEKAN

JACEK SOROKA

REKTOR

WŁODZIMIERZ KIERNOŻYCKI

NADANO W SZCZECINIE, DNIA 20 MAJA ROKU 2010

Nota biograficzna Doktora Honoris Causa Profesora Alvina Williama Nienowa

Alvin Nienow urodził się w zachodnim Londynie 19 VI 1937 roku. Do jedenastego roku życia uczęszczał do szkoły podstawowej im. Johna Perryna, a po zdaniu egzaminu został przyjęty do gimnazjum St Clement Danes Holborn Estate Grammar School. W 1955 roku, w wieku osiemnastu lat, otrzymał główną nagrodę hrabstwa Londyn i rozpoczął studia pierwszego stopnia na kierunku inżynieria chemiczna na University College London (UCL), które ukończył z wyróżnieniem w 1958 roku. W trakcie studiów reprezentował uczelnię jako członek uniwersyteckiej drużyny krykieta – sportu, który stał się Jego wieloletnią pasją. Przez kolejne trzy lata pracował w Londynie w przemyśle – najpierw w amerykańskiej firmie M W Kellog, a potem w szwedzkiej firmie produkującej urządzenia Alfa Laval. Zdecydował wtedy, że praca w przemyśle nie odpowiada jego temperamentowi i postanowił spróbować nauczania. W 1963 roku został zatrudniony w West Ham College of Technology jako wykładowca, gdzie prowadził zajęcia z operacji jednostkowych, przeznaczone dla studentów kierunku inżynieria chemiczna. Czas spędzony w przemyśle okazał się jednak bardzo przydatny w Jego dalszej pracy, uświadomił Mu bowiem realne potrzeby firm produkcyjnych, co widoczne było później w jego nauczaniu i pracach naukowych. Alvin Nienow natychmiast polubił nowe środowisko akademickie, ale zdał sobie sprawę, że Jego rozwój będzie ograniczony bez możliwości zdobycia doświadczenia badawczego i nowych kwalifikacji, co na uczelni w West Ham byłoby trudne do osiągnięcia. Na szczęście, w 1963 roku powrócił do swojej Alma Mater, do University College London, w charakterze wykładowcy, co zawdzięczał świetnym результатам otrzymanym na studiach pierwszego stopnia, doświadczeniu w prowadzeniu zajęć zdobytemu w West Ham oraz wiedzy i umiejętnościom zdobytym w czasie pracy w przemyśle.

Podczas zajęć w West Ham zorientował się, że literatura dotycząca kwestii przemysłowego mieszania nie była przydatna pod względem praktycznym. Nie przerywając swoich obowiązków dydaktycznych, Alvin Nienow postanowił rozpocząć badania naukowe pod kierownictwem doktora (później profesora) J.W. Mullina w dziedzinie wpływu mieszania na procesy krystalizacji. Od tego czasu podejmował badania nad różnymi aspektami mieszania. W 1968 roku uzyskał stopień doktora. Na początku lat siedemdziesiątych rozpoczął pionierskie wykłady dla słuchaczy pierwszego stopnia studiów, poświęcone mieszaniu jedno- i dwufazowych układów. Wykłady te, regularnie uaktualniane, prowadził do roku 2004, kiedy przeszedł na emeryturę. W latach 1983–2010 Profesor Nienow, oprócz swoich zwykłych obowiązków dydaktycznych, prowadził dodatkowo co roku

dwa kursy przeznaczone głównie dla osób zatrudnionych w przemyśle: jeden z nich w Szwecji, a drugi w USA. W 1985 roku opublikował (jako współautor) podręcznik "Mieszanie w przemyśle przetwórczym". Ostatnie wydanie tej książki, przełożonej między innymi na języki japoński i chiński, ukazało się w 1997 roku. W roku 1980 zainicjował serię wykładów poświęconych inżynierii bioprosesowej dla studentów drugiego stopnia. Zagadnienia tego obszaru wiedzy są niezwykle istotne dla przemysłów farmaceutycznego i spożywczego, które zainteresowane są odpowiedzią na pytanie, jak wykorzystać wyniki uzyskane w laboratoriach w procesach prowadzonych na przemysłową skalę. Niestety, temat ten cieszy się mniejszym zainteresowaniem inżynierów biochemików pracujących na uniwersytetach, którzy zajęci są przede wszystkim kolejnymi odkryciami w dziedzinie nauk biologicznych.

W 1967 roku Doktor Alvin Nienow, jako pracownik naukowy UCL rozszerzył swoje zainteresowania badawcze związane z mieszaniem i podjął kwestie ruchu ciał stałych w złożach fluidyzowanych gazem. Częsteczki różnego rozmiaru i gęstości, poddane fluidyzacji, można albo dobrze zmieszać, jeśli szybkość fluidyzacji jest duża, albo rozdzielić na dwie warstwy, jeśli ta szybkość jest mała. Prace te zostały przeprowadzone we współpracy z profesorem P.N. Rowem. Okazały się szczególnie przydatne w badaniach nad spalaniem węgla w piecu fluidalnym. Alvin Nienow podjął również badania nad użyciem złoża fluidalnego do powlekania cząsteczek innymi warstwami, co wykorzystano między innymi w przemyśle farmaceutycznym, oraz badania nad granulacją cząsteczek, mające na celu zapobieganie powstawaniu pyłu i usprawnienie procesu pakowania i podawania leków. W 1980 roku, w uznaniu zasług Doktora Nienowa w dziedzinie mieszania cieczy i fluidyzacji, został Mu przyznany przez University College London stopień doktora habilitowanego (DSc).

W 1980 roku Doktor Alvin Nienow został mianowany na stanowisko profesora inżynierii chemicznej na Uniwersytecie w Birmingham, a w 1981 roku został członkiem Związku Inżynierów Chemików. W 1984 roku przyznano Mu Medal Moultona za najlepszy artykuł wydany przez Związek w tym roku, a w roku 1985 został wybrany na członka Królewskiej Akademii Inżynierii za "badania nad mieszaniem płynów i cząsteczek w złożach fluidalnych". Mniej więcej w tym czasie Profesor Nienow skupił swoje zainteresowania badawcze na pracach nad bioreaktorami i bioprosesami i w 1989 roku został dyrektorem Centrum i profesorem inżynierii biochemicznej na Uniwersytecie w Birmingham. W 1993 roku nagrodzono Go Medalem Jana Evangelisty Purkyněgo, przyznawanym przez Akademię Nauk Republiki Czeskiej. W 1999 roku odbył długą podróż i wygłosił serię wykładów jako honorowy gość Związku Inżynierów Uczelni Chemicznych z Australii. Jest laureatem Lifetime Recognition Award za badania w dziedzinie inżynierii chemicznej. Nagrodę tę, przyznaną przez prestiżową organizację I Chem E skupiającą wybitnych inżynierów chemików, otrzymują uczeni, którzy w trakcie swojego życia wnieśli wybitny wkład w rozwój nauki. W 2003 roku Profesor Nienow otrzymał

podobne wyróżnienie Europejskiego Stowarzyszenia Inżynierów Chemików za wkład w “badania teoretyczne i praktykę w dziedzinie mieszania”. W 2008 roku Profesor został honorowym członkiem Czeskiego Związku Inżynierów Chemików a także otrzymał medal „Za Zasługi dla Politechniki Szczecińskiej”. Profesor Alvin Nienow jest promotorem ponad pięćdziesięciu doktorantów. Opublikował ponad czterysta prac: zrecenzowanych artykułów, wydawnictw konferencyjnych oraz rozdziałów podręczników akademickich poświęconych mieszaniu. Część tych publikacji dotyczy inżynierii biochemicznej, a część – kwestii związanych z fluidyzacją.

Biographical Notes of the Honorary Doctor, Professor Alvin William Nienow

Alvin Nienow was born in West London on 19th June 1937. He was educated at John Perryn School until the age of 11 when he passed the 11+ examination and entered St Clement Danes Holborn Estate Grammar School. In 1955, at the age of 18, he obtained a Major County Award and started a BSc (Eng) course in Chemical Engineering at University College London (UCL), graduating with a 1st class honours degree in 1958. During this time, he also represented the University of London at his sporting passion, cricket, obtaining university colours (a 'purple'). For the next 3 years, he worked in industry in London for two multi-national companies, US contractors, M W Kellogg and Swedish equipment manufacturers, Alfa Laval. At that point, he decided that industry did not suit his temperament and resolved to try teaching. As a result, he joined West Ham College of Technology in 1963 as a lecturer, covering the chemical engineering topic, unit operations. His period in industry however was very important because it had made him aware of their needs and that informed all his teaching and subsequently, his research. He immediately found the new environment extremely satisfying but realised that progress would be limited without research experience and qualifications, which would be difficult to obtain at West Ham. He was therefore, most fortunate, in 1963, to be appointed to a lectureship back at UCL, based only on his excellent undergraduate performance and his industrial and teaching experience.

Whilst lecturing at West Ham, he had decided that the literature on industrial mixing by stirring was of very limited utility and whilst lecturing to undergraduates at UCL, he started research with Dr (later Prof) J W Mullin on the impact of mixing on crystallisation processes. He has continued research on many aspects of mixing ever since, obtaining his Ph.D. in 1968. By the early 1970s, he had pioneered a formal lecture course on single and two-phase fluid mixing for undergraduates and continued teaching (and up-dating) such a course until 2004, when he retired. In addition, he directed two short courses a year, mainly for industrialists, from about 1983 until 2010, one in Sweden and one in the US. In 1985, he co-edited the text book, 'Mixing in the Process Industries', the last edition appearing in 1997 with translation into Japanese and Chinese. In 1980, he introduced special lectures on mixing in bioprocess engineering at the MSc level, an area of great importance for the successful scale-up of processes in the pharmaceutical and biologics industries though largely overlooked by biochemical engineers in academia in their rush to master all the new developments in biological science.

In 1967, whilst still at UCL, Dr Nienow extended his research interests in mixing to include the movement of solids in gas-fluidised beds. If particles of different size or density are fluidised, they will become well mixed when the fluidising velocity is high and separate into two layers when it is low. This work was undertaken in collaboration with Prof P N Rowe. The work has been extensively utilised in the design of fluidised coal combustion. He also commenced work on the use of fluidised beds to coat particles for use in medicinal and other applications and also to form granules to prevent the formation of dust and make them easy to package and dispense. In 1980, as a result of his work on liquid mixing and fluidisation, Dr Nienow received a higher doctorate (DSc) from UCL.

At this time, Dr Nienow was appointed to a Professorship of Chemical Engineering at the University of Birmingham and in 1981, he became a Fellow of the Institution of Chemical Engineers. In 1984, he was the winner of the Moulton Medal for the best paper published by the Institution that year and in 1985, he was elected to the Royal Academy of Engineering for his 'research in the fields of fluid mixing and particle mixing in fluidised beds'. Around that time, Professor Nienow's mixing work became progressively more directed towards bioreactors and bioprocessing and in 1989, he became Director of the Centre and Professor of Biochemical Engineering at Birmingham. In 1993, he was awarded the Jan E. Purkyne Medal by the Academy of Sciences of the Czech Republic and in 1999, he undertook an extensive lecture tour as the Eminent Speaker of the Institution of Engineers (Australia) Chemical Colleges. He has received one 'Lifetime Recognition Award' for his work on biochemical engineering (The Donald Medal, 2000) from I Chem E and another (2003) from the European Federation of Chemical Engineers for his contribution to 'mixing research and practice'. In 2008, Professor Nienow was made an Honorary Member of the Czech Society of Chemical Engineering and also awarded a medal for his 'special contributions' to Szczecin University of Technology. At this time, he has supervised over 50 Ph.D. students and published over 400 refereed journal and conference papers or book chapters on mixing (of which some 200 are specifically related to biochemical engineering) and – 50 on fluidisation.

Mixing with Chemical Engineers; Szczecin, Poland and World Wide

Magnificencjo Rektorze!

Wysoki Senacie Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego!
Panie i Panowie!

Chciałbym zacząć od serdecznych podziękowań za tak wspaniałe wyróżnienie mnie tytułem doktora honoris causa przez Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, który powstał w wyniku połączenia dwóch uczelni o świetnej przeszłości: Politechniki Szczecińskiej i Akademii Rolniczej w Szczecinie. Nigdy nie można być pewnym, czy taki tytuł jest rzeczywiście w pełni zasłużony. Jakąś rolę odgrywa tu łut szczęścia, decydujący o doborze genów wyznaczających nie tylko poziom inteligencji, ale również odpowiedzialnych za długowieczność. Skoro jednak mam po temu okazję i możliwość, spróbuję swoimi słowami przedstawić również inne przyczyny, dla których, być może, zasłużyłem na ten zaszczyt.

Wstęp

Jako chłopiec dorastający w Londynie w czasie drugiej wojny światowej zawsze byłem ciekaw, jak wygląda reszta świata. Mój ojciec był Amerykaninem, który osiedlił się w Anglii. Zresztą w głębi ducha zawsze był bardziej Europejczykiem niż wyluzowanym jankesem. Jego ojciec urodził się w Poznaniu, do Ameryki przyплыął statkiem z Bremen, zszedł na ląd w Baltimore i do Milwaukee trafił około roku 1870. Mój ojciec urodził się w Milwaukee w 1891 roku jako najmłodszy z czterech braci. Wkrótce po tym mój dziadek zginął, kopnięty w głowę przez swego konia używanego w domu do zaprzęgu. Mimo że moja matka była z urodzenia Angielką, a jej rodowe nazwisko – Hawthorn – ma wieloletnią historię, to nigdy nigdzie nie podróżowała. Pewnie dlatego jako dziecko byłem zafascynowany opowieściami mego amerykańskiego dziadka, pięknymi gorącymi latami i zimnymi, śnieżnymi zimami w Wisconsin. Jak zauważył mój ojciec – z czym mogłem się tylko zgodzić – nasze lata w Anglii były deszczowe i chłodne, a zimy wilgotne i raczej ciepłe. Jedyna różnica była taka, że chłodne lata były cieplejsze od łagodnych zim! Ojciec był żołnierzem armii Stanów Zjednoczonych i w czasie konferencji w Wersalu w 1919 roku służył w służbach administracyjnych. Pobyt

w Europie narobił mu smaku na podróże i kiedy ojciec wrócił do Stanów, nie mógł znaleźć sobie miejsca. Postanowił wrócić do Europy. W 1923 roku znalazł pracę w Anglii – został szefem angielskiego oddziału amerykańskiej firmy zajmującej się importem skóry. Do wielkiego kryzysu w 1929 roku był dość dobrze zarabiającym, nieco egzotycznym amerykańskim kawalerem, który posługiwał się francuskim i niemieckim, mieszkał w Londynie i często podróżował do słynnych europejskich kurortów. Te kolejne opowieści jeszcze bardziej rozpałały moje zainteresowanie podróżami! Z powodu kryzysu londyńskie biuro firmy, w której pracował ojciec, zostało zamknięte i aby uchronić ojca przed widmem śmierci głodowej, moi rodzice pobrali się w 1932 roku. Ojciec przestał podróżować, a moja matka do czasu, kiedy się urodziłem w 1937 roku, pracowała w Snelgrove – ekskluzywnym domu towarowym – będąc jedyną zarabiającą osobą w rodzinie. Ojciec znalazł w końcu pracę jako urzędnik w Acton Town Hall. Na emeryturę przeszedł w 1956 roku, kiedy w University College London studiowałem już inżynierię chemiczną.

Miałem wtedy straszną ochotę zobaczyć daleki świat, tak jak mój ojciec. Do tego potrzebny był paszport. Jednak choć miałem podwójne, brytyjsko-amerykańskie obywatelstwo, jako że moi rodzice na to bardzo nalegali, poszedłem na łatwiznę i kolejne wakacje spędzałem, grając w krykieta, zarabiając jakieś pieniądze i zdobywając doświadczenie przemysłowe. W końcu w 1958 roku – mając ukończone z wyróżnieniem i pierwszą lokatą studia z inżynierii chemicznej i cały świat u swoich stóp – postanowiłem, że krykieta podoba mi się tak bardzo, że muszę zostać w Anglii. A ponieważ spotkałem również miłość życia, moją żonę Helen, zrezygnowałem z amerykańskiego obywatelstwa i rozpocząłem pracę w Londynie jako praktykant w amerykańskiej firmie wykonawczej M W Kellog, gdzie projektowałem rafinerie ropy naftowej i zakłady petrochemiczne. Kupiłem dom i ożeniłem się w 1959 roku! W pracy obiecano mi, że podróże będą częścią moich obowiązków, ale niestety, tak się nigdy nie stało. Praca też mi się niespecjalnie podobała i często czułem się po prostu znudzony. Znalazłem nową pracę w Alfa Laval, dużej szwedzkiej firmie, znowu w nadziei podróżowania, ale najdalej dojechałem jedynie do Szkocji! I znowu praca okazała się nudna i po w sumie trzech latach pracy w przemyśle zrezygnowałem z niej i nigdy już do przemysłu nie wróciłem!

Karierę akademicką rozpocząłem na bardzo pośledniej uczelni, West Ham College of Technology, stowarzyszonej z University of London, i od razu pokochałem tę pracę. Już po upływie roku zaoferowano mi, na podstawie mego doświadczenia z pracy w przemyśle oraz doświadczenia w uczeniu zdobytego w pracy na uczelni, stanowisko wykładowcy, co wtedy oznaczało gwarancję zatrudnienia do emerytury w UCL (University College London), mojej Alma Mater, jednej z najznamienitszych uczelni w Wielkiej Brytanii. Bez stopnia doktora, bez jakichkolwiek publikacji – dziś taką ofertę pracy trudno byłoby sobie wyobrazić. Moje mianowanie nie odbyło się bez pomocy doktora (a później profesora) Johna Mullina, znanego ze swojej klasycznej książki o krystalizacji, który również prowadził wykłady i był promotorem wielu doktorantów. Jednym z nich zostałem

ja. Zawsze będę wdzięczny prof. Mullinowi, że pomógł mi w zdobyciu stopnia doktora, i bardzo mi szkoda, że nie ma go tu dzisiaj na tej uroczystej ceremonii, ponieważ, niestety, odszedł pod koniec zeszłego roku.

Niestety, pierwsze dwa lata w UCL również nie były satysfakcjonujące. Instytut nie miał funduszy i prowadzenie badań było bardzo trudne. W 1965 roku profesor Peter Rowe został mianowany szefem Katedry Inżynierii Chemicznej im. W. Ramsey'a założonej w 1923 roku i finansowanej przez fundację powstałą po śmierci sir Williama Ramseya, odkrywcy gazów obojętnych. Peter Rowe przekształcił tę jednostkę w akademicką społeczność, w której zarówno uczenie studentów, jak i praca naukowa były interesujące. Był on również zdania, że spotykanie ludzi z innych krajów, podróżowanie i uczestniczenie w konferencjach jest nieodzowną częścią rozwoju akademickiego i osobistego. Peter Rowe był światowym autorytetem w dziedzinie fluidyzacji i zaprosił mnie do współpracy w prowadzonych przez siebie pracach na ten temat w 1967 roku, zanim jeszcze uzyskałem stopień doktora. Wszystkie sukcesy, jakie od tego czasu odniosłem na niwie akademickiej, zawdzięczam etosowi, który wpoili mi John Mullin i Peter Rowe.

Wymiar międzynarodowy

Peterowi Rowe'owi zawdzięczam szansę pierwszej podróży za granicę. Zostałem poproszony o wygłoszenie prezentacji na temat mojej pracy doktorskiej na Tripartite Conference. Ta poświęcona inżynierii chemicznej konferencja, która odbyła się w 1968 roku w Montrealu, została zorganizowana przez Wielką Brytanię, USA i Kanadę. Profesor Rowe zapewnił mi odpowiednie fundusze (około 200 funtów), które przy odpowiednim gospodarowaniu pozwoliły mi przeżyć cztery tygodnie w Ameryce Północnej. Sypiałem u przyjaciół, krewnych, uprzejmych kolegów z amerykańskich uczelni oraz u absolwenta mego macierzystego uniwersytetu, który wtedy pracował w Montrealu. Podróżowałem (a czasem nawet spałem) w autobusach Greyhound (jedź dokąd chcesz za 99 dolarów przez cały miesiąc!). Odwiedziłem uniwersytety w Pensylwanii, Wisconsin (gdzie poznałem Warrena Stuarta), Drexel, Purdue (gdzie poznałem Henry'ego Rushtona) w USA oraz McGill University i École Polytechnique w Kanadzie, w stanie Quebec. To było wspaniałe doświadczenie.

Od tego czasu wiele podróżowałem jako naukowiec, zaspokajając w ten sposób ciekawość rozbudzoną przez mego ojca. Niektóre z tych podróży były szczególnie ze względu na ich wyjątkowość bądź długość trwania. W 1972 roku spędziłem cztery tygodnie w Japonii i ta podróż otwarła mi oczy na zupełnie inną kulturę. Wygłosiłem tam szereg wykładów na wielu uniwersytetach i wziąłem udział w konferencji Pachec w Kioto. Parę lat później spędziłem parę miesięcy, od stycznia do kwietnia 1978 roku, w bardzo małym mieszkaniu na Uniwersytecie Hokkaido w japońskim mieście Sapporo, znanym z organizacji zimowych igrzysk olimpijskich w 1972 roku. Musiałem sam dawać sobie tam radę, a nie było łatwo, bo śnieg padał prawie codziennie i w końcu napadało go 1,75 metra tuż za moim oknem!

Chciałbym również wspomnieć o dwóch innych podróżach. W 1983 roku spędziłem pięć tygodni w Tianjin, w Chinach, prowadząc wykłady na temat mieszania i fluidyzacji. Chiny były wówczas w głębokich mrokach komunizmu Mao Tse-tunga. Odbylem podróż pociągiem przez Pekin i Nankin do Szanghaju. Wszyscy mieli na sobie komunistyczne mundurki, na drogach nie było żadnych prywatnych samochodów, a głównym środkiem transportu był rower! W 1999 roku przebywałem w Australii na zaproszenie Institution of Engineers. Wygłosiłem wtedy wykłady we wszystkich stanowych stolicach, gdzie Anglia grała w krykieta z Australią. No cóż, wołałbym tam być jako jeden z graczy!

Do momentu, kiedy kreślę te słowa, odwiedziłem trzydzieści sześć krajów, biorąc udział w konferencjach, ucząc na kursach albo pracując jako konsultant. Co więcej, wiele z artykułów, których jestem współautorem, napisanych głównie w efekcie zajęć z ponad pięćdziesięcioma doktorantami oraz w wyniku współpracy z grupą około dwudziestu osób, mających już stopień doktora i dalej prowadzących badania naukowe, powstało dzięki współudziałowi osób z trzydziestu różnych krajów. Praca tego rodzaju zawsze była dla mnie zarówno przyjemnością, jak i przywilejem. Rozszerzyła moje horyzonty, tak kulturalne, jak i zawodowe. Jest to aspekt pracy na uczelni, który daje mi chyba największą satysfakcję.

Moje związki ze Szczecinem i Polską

Opisałem już, jak wielką pasją są dla mnie podróże i jak wiele przy ich okazji zyskałem. Zatem teraz chciałbym opowiedzieć o mojej długiej i owocnej współpracy z polskimi inżynierami chemikami i z Politechniką Szczecińską w szczególności, wybitną współzałożycielką Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego, który zechciał mi przyznać dzisiaj ten wielki zaszczyt. Moja współpraca z Politechniką Szczecińską zaczęła się w 1978 roku, kiedy w UCL mianowano mnie na stanowisko starszego wykładowcy. W tym samym roku zostałem prezesem grupy zajmującej się procesami mieszania płynów Instytutu Inżynierów Chemików. W tym samym roku założono Grupę Roboczą Mieszania Europejskiej Federacji Inżynierów Chemików (European Federation of Chemical Engineering Working Party on Mixing). Byłem również członkiem Komitetu Organizacyjnego, współuczestnicząc przy organizacji kolejnych odbywających się co dwa lata europejskich konferencji poświęconych zagadnieniom mieszania, z których pierwsza odbyła się w 1974 roku. Przy okazji tych międzynarodowych spotkań poznałem profesora Fryderyka Stręka (z Politechniki Szczecińskiej) i profesora Ryszarda Pohoreckiego (z Politechniki Warszawskiej), w owym czasie dwóch najwybitniejszych specjalistów w Polsce zajmujących się zagadnieniami mieszania.

W 1980 roku przeniósłem się do Katedry Inżynierii Chemicznej Uniwersytetu w Birmingham. Doceniając świetną jakość badań nad mieszaniem prowadzonych w Polsce, a jednocześnie cierpiąc na niedostatek odpowiednio wykwalifikowanej kadry naukowej, kiedy tylko udało mi się pozyskać stosowne fundusze, zwróciłem się do profesorów Stręka i Pohoreckiego z prośbą o pomoc. Dzięki temu w 1983

roku przyjechał do mnie wykładowca ze Szczecina, Waldemar Bujalski (w 1987 roku uzyskał stopień doktora), który został moim asystentem. Nasz pierwszy wspólnie napisany artykuł został opublikowany w 1985 roku w materiałach Europejskiej Konferencji Mieszania. W czasie tej konferencji zaprosiłem profesora Stręka do Birmingham. Profesor zaproszenie przyjął i jeszcze w tym roku gościł na mojej uczelni. W latach 1983–2004 (kiedy przeszedłem na emeryturę i stałem się profesorem emeritus) doktor Bujalski pracował ze mną jako pracownik badawczy przy okazji wielu grantów i wspólnie napisaliśmy około pięćdziesięciu recenzowanych artykułów i wydaliśmy około siedemdziesięciu konferencyjnych publikacji i prezentacji.

W 1988 roku, podczas konferencji w Pavii, we Włoszech, doktor Bujalski przedstawił mi wtedy doktora, obecnie profesora, Zdzisława Jaworskiego. Doktorowi Jaworskiemu bardzo zależało na uzyskaniu dodatkowych ilościowych danych, aby potwierdzić ważność swojej teoretycznej i obliczeniowej analizy przepływu generowanego w zbiornikach z mieszadłami. W związku z tym w 1989 roku zaprosiłem doktora Jaworskiego do Birmingham. I również tym razem, jak zwykle się to dzieje, kiedy komunikują się naukowcy z różnych krajów, dla nas obu to spotkanie okazało się korzystne. Doktor Jaworski poprawił skuteczność działania urządzeń używanych do dopplerowskiej anemometrii laserowej w Birmingham. Urządzenia te były później używane w wielu innych badaniach. Pobyt w Birmingham umożliwił doktorowi Jaworskiemu otrzymanie wyników potwierdzających stworzony wcześniej model, co – wobec braku odpowiedniej aparatury – w Szczecinie nie było wtedy możliwe. Przeprowadzone wtedy badania doświadczalne pozwoliły mu dokończyć pracę habilitacyjną w 1992 roku. Rozpoczęta wtedy współpraca trwa z powodzeniem do dzisiaj, wspierana na początku przez dwa granty z UK Research Councils (1993–2000). W jednym z projektów udział wziął również profesor Mirosław Wyszyński, który w 1982 roku przyjechał do Birmingham z Wydziału Mechanicznego Politechniki Warszawskiej.

W 1997 roku doktor Jaworski został mianowany profesorem Politechniki Szczecińskiej, a od 2000 roku do dzisiaj jest honorowym starszym pracownikiem naukowym na Uniwersytecie w Birmingham. W 1996 roku zaczęła się nasza współpraca w zakresie numerycznej mechaniki płynów. Aby pomóc szczecińskiej uczelni, zorganizowałem zakup stacji roboczej Alfa, która miała być użytkowana w Szczecinie. W 1997 roku uzyskaliśmy wspólny (British Council/KBN) grant przewidziany na dwa lata, który umożliwił pobyt w Birmingham badaczy ze Szczecina. W ten sposób zagadnienia numerycznej mechaniki płynów stały się stałym elementem naszej współpracy. Stosując dwie wspomniane wcześniej techniki – dopplerowską anemometrię laserową i metodę obliczeniowej mechaniki płynów – chcieliśmy lepiej zrozumieć działanie mieszalników i bioreaktorów zawierających płyny o różnych właściwościach reologicznych i bliżej zbadać kwestie precypitacji i dyspersji układu ciecz-ciecz w statycznych mieszalnikach i szybkich reakcjach konkurencyjnych. Międzynarodowa firma Syngenta wyłożyła fundusze na ostatnie

z powyżej wymienionych zagadnień, co pozwoliło mi przyjeżdżać do Szczecina między rokiem 2002 a 2004, aby doradzać w prowadzonym projekcie, a także pomóc w badaniach doświadczalnych w otwartym przewodzie doktorskim jednego z doktorantów Wydziału. Nasza współpraca w tych zagadnieniach między 1991 a 2007 rokiem zaowocowała publikacją trzydziestu artykułów zarówno w recenzowanych czasopismach naukowych, jak i materiałach konferencyjnych. Większość tych prac została streszczona we wspólnym artykule i ustnym wystąpieniu profesora Jaworskiego (po polsku) na Zachodniopomorskim Kongresie Naukowym, który odbył się w Szczecinie w grudniu 2005 roku. W kongresie tym uczestniczyłem, będąc wiernym tradycji owocnej współpracy międzynarodowej.

Kolejnym elementem moich kontaktów ze Szczecinem była krótka wizyta profesor Joanny Karcz w Birmingham około roku 1996 i zatrudnienie doktor Pauliny Pianko-Oprych (której doradzałem jeszcze, kiedy pisała pracę doktorską pod kierunkiem profesora Jaworskiego) na stanowisku pracownika naukowo-badawczego w latach 2005–2007. Stosowała ona zaawansowaną technikę śledzenia cząstek emitujących pozytrony (PEPT – *Positron Emission Particle Tracking*), dostępną jedynie w Birmingham, do swoich badań nad mieszaniem w systemach nieprzezroczystych. Jesteśmy z doktor Pianko-Oprych współautorami trzech zrecenzowanych artykułów. Chciałbym również wspomnieć o wielu moich wizytach w Szczecinie w ciągu minionych lat, kiedy zawsze spotykała mnie wyjątkowa serdeczność. Zwłaszcza zapadła mi w pamięć wizyta w roku 1997, kiedy wygłosiłem okolicznościowy wykład opisujący wspólne prace z profesorami Jaworskim, Wyszyńskim i doktorem Bujalskim nad pompującym do góry mieszałem typu high solidity.

Nasze starania zostały docenione, co znalazło swój materialny wyraz w postaci medalu numer 441 przyznanego 2 września 2008 roku przez Rektora i Senat Politechniki Szczecińskiej za wybitne osiągnięcia, podobnie jak teraz dwie uczelnie połączone wspólną nazwą Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego również postanowiły uhonorować mnie jeszcze szacowniejszym tytułem.

Pewna niezwykła sytuacja wydarzyła się w trakcie mojej współpracy z doktorem Bujalskim. Wynikła ona z długości naszej wspólnej pracy. W 2003 roku, to jest szesnaście lat po otrzymaniu przez doktora Bujalskiego stopnia doktora, jego syn, Jakub, również uzyskał ten stopień, formalnie pod moim kierunkiem (choć za względu na to, że praca dotyczyła numerycznej mechaniki płynów, to bez wątpienia pieczę nad nią sprawowali zarówno jego ojciec, jak i profesor Jaworski!). Aby nie być gorszą, matka Jakuba, Iwona, nota bene również absolwentka Politechniki Szczecińskiej, zajmująca się biologią medyczną, również uzyskała stopień doktora na Uniwersytecie w Birmingham!

Moje związki z Politechniką Warszawską są luźniejsze. Kiedy w 1986 roku uzyskałem grant badawczy na pracę nad „Granulacją węgla wolframu w złożu fluidalnym”, sponsorowany przez Science and Engineering Research Council (SERC) oraz British Hardmetal Association (BHA), ponownie zwróciłem się do polskich

kolegów z prośbą o pomoc w znalezieniu pracownika naukowo-badawczego, który był mi niezbędnie potrzebny. W ten sposób zaczęła się moja współpraca z ówczesnie doktorem, a obecnie profesorem Andrzejem Packiem z Wydziału Mechanicznego. Współpraca zaowocowała siedmioma wspólnymi artykułami. A. Pacek współpracował ze mną do 1998 roku w wielu projektach poświęconych badaniom nad mieszaniem i od chwili mianowania go na stanowisko pracownika naukowo-badawczego do chwili uzyskania tytułu profesora opublikowaliśmy wspólnie ponad czterdzieści artykułów poświęconych różnym zagadnieniom mieszania i fluidyzacji. W jednej z tych prac połączyliśmy siły z profesorem Jerzym Bałdygą, który użył danych otrzymanych w Birmingham do analizy wielkości kropli w dyspersji systemu typu ciecz-ciecz, aby potwierdzić swoje teoretyczne rozważania nad tego rodzaju systemami, stosując teorię intermitencji, zwłaszcza w stosunku do instalacji w dużej skali. Chciałbym jeszcze wspomnieć o moich stałych spotkaniach z profesorem Ryszardem Pohoreckim, które doprowadziły do napisania artykułu pod tytułem „Hydrodynamika mieszalników w bioreaktorach” zamieszczonego w „Fluid Mechanics Problems in Biotechnology” – specjalnym wydawnictwie przygotowanym przez czasopismo „Applied Mechanics Reviews”.

Na koniec chciałbym również powiedzieć o zaproszeniu, jakie otrzymałem, aby wygłosić wykład na X Jubileuszowym Polskim Seminarium poświęconym zagadnieniom mieszania. Seminarium i seria warsztatów pod wspólnym tytułem „Rozważania nad mieszaniem w instalacjach pilotowych w bioreaktorach” odbyły się w Poznaniu we wrześniu 2005 roku.

Moje kontakty z polskimi inżynierami chemikami i polską myślą w dziedzinie inżynierii chemicznej były dla mnie bardzo pomocne i odniosłem z nich wiele korzyści, nie wspominając o tym wielkim zaszczycie, jaki mnie dzisiaj spotyka. Mogę tylko mieć nadzieję, że ci, z którymi współpracowałem, również odnieśli z tej współpracy podobne korzyści. Wielu z nich stało się moimi bliskimi przyjaciółmi.

Główne tematy moich badań

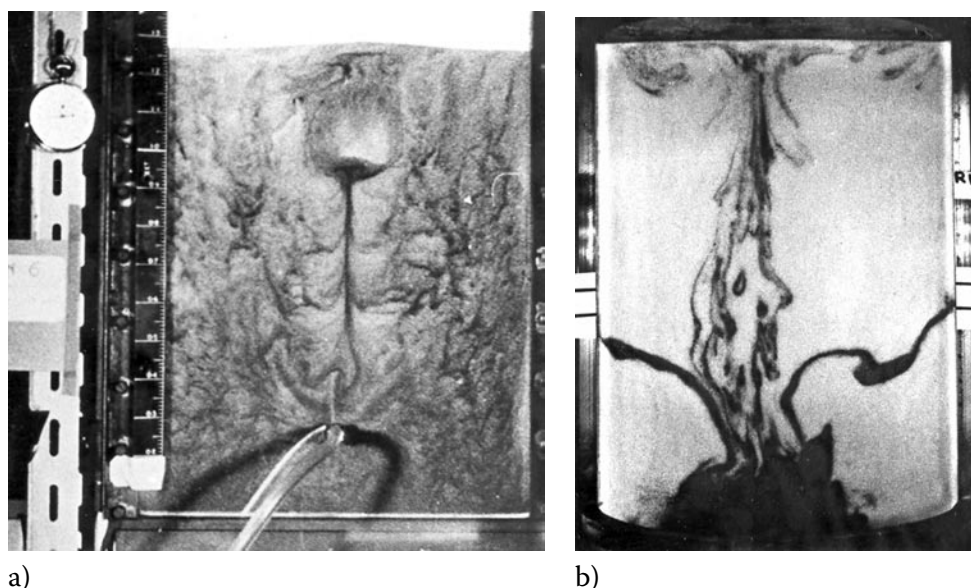
Postaram się teraz nakreślić główne rejony moich zainteresowań badawczych. Można je z grubsza podzielić na dwa tematy: fluidyzację i mieszanie płynów, z tym, że oba zagadnienia rozpatrywać można w kontekście chemicznym i biochemicznym. Omówię również zagadnienia związane z technologią procesową hydrokondycjonowania nasion warzyw, będącą podstawową techniką, oraz przedstawię biologiczne aspekty tego zagadnienia. Zacznę jednak od fluidyzacji, jako że w tej kwestii na początku swojej kariery poczyniłem największe postępy.

Fluidyzacja

Złoże fluidalne składa się z pojemnika zawierającego cząsteczki ciała stałego. Kiedy cząsteczki te znajdują się w strumieniu płynu albo gazu, występuje spadek ciśnienia postępujący wraz ze zwiększającą się prędkością strumienia. Przy niskich

prędkościach cząsteczki nie poruszają się i mamy wtedy do czynienia ze złożem nieruchomym. Przy pewnej prędkości (minimalnej prędkości fluidyzacji U_{mf}) siła skierowana ku górze równoważy siłę skierowaną ku dołowi, wynikającą z wagi cząsteczek, które zaczynają się teraz poruszać, zupełnie jakby były zanurzone w płynie. Wiele procesów przebiega łatwiej w takich warunkach niż w stanie stacjonarnym. Dobrym przykładem takiego zjawiska są urządzenia do krakingu katalitycznego, w których ciężkie frakcje ropy naftowej są rozkładane na paliwo do samolotów i samochodów oraz inne związki o mniejszej masie cząsteczkowej.

W 1967 roku rozpocząłem badania nad dwoma złożami dwóch różnych substancji fluidyzowanymi w powietrzu, które różniły się albo gęstością, albo rozmiarem, albo też jednym i drugim. Badaniami kierował Peter Rowe, a rozpoczął je bardzo zdolny doktorant z Nigerii, Arinze Agbim, który później został dyrektorem Mobil Oil w Nigerii, a następnie pracował dla Banku Światowego. Badania wykazały [1, 2], że – podobnie jak jednorodne cząsteczki – substancje te były wypychane do góry przez „pęcherzyki” (rys. 1a). Jednocześnie zaobserwowano przepływ skierowany ku dołowi, segregację bądź to większych cząsteczek o tej samej gęstości, bądź cząsteczek o większej gęstości, nawet jeśli były one mniejsze (rys. 1b).



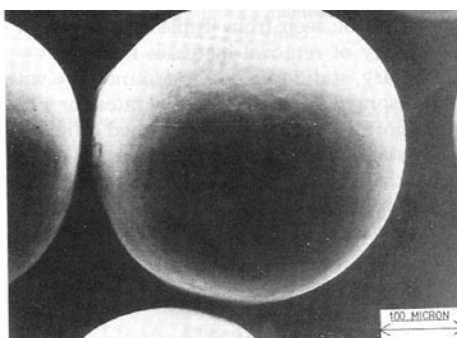
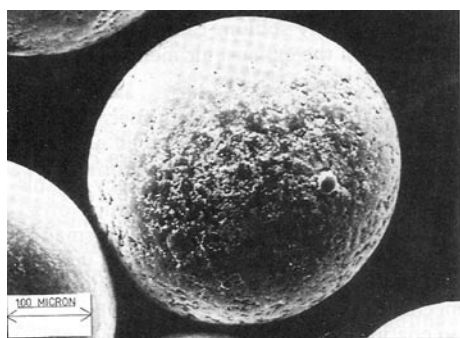
Rys. 1. Mechanizmy ruchu cząsteczek w złożu fluidalnym na przykładzie dwóch typów cząsteczek o takiej samej wartości U_{mf} ale różnej wielkości i gęstości (czarne cząsteczki, miedziany śrut; jasne cząsteczki, szklane koraliki): a) ruch skierowany ku górze miedzianego śrutu w strumieniu pęcherzyków; b) ruch skierowany ku dołowi warstwy miedzianego śrutu w złożu szklanych koralików po przejściu zaledwie pięciu pęcherzyków

Bardzo często można było te dwa rodzaje cząsteczek albo rozdzielać, używając względnie niskiej prędkości strumienia powietrza, tak aby dominowało zjawisko

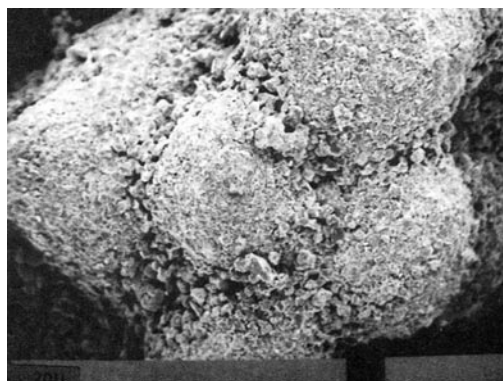
segregacji, albo mieszać, stosując strumień o wysokiej prędkości powietrza. W czasie kryzysu naftowego we wczesnych latach siedemdziesiątych ubiegłego stulecia z tych dwóch możliwości skorzystano w Narodowym Zarządzie Węgla (National Coal Board) w Anglii przy pracach nad spalaniem węgla [3] i stałych odpadów [4] w złożu fluidalnym. Pojawienie się nowoczesnych technik komputerowego wyszukiwania literatury pozwala zobaczyć, że zarówno artykuł [1] jak i [2] (oba opublikowane w 1972 roku) były cytowane pięćdziesiąt trzy razy pomiędzy rokiem 1996 a 2010, co świadczy o tym, że nadal są ważne dla dzisiejszych badaczy. Wiele z naszych szeroko zakrojonych badań, które zaowocowały publikacją trzydziestu pięciu artykułów, zostało streszczonych w książce, której piąty rozdział napisałem w 1985 roku razem z profesorem Tadatoshim Chibą, moim długoletnim współpracownikiem. Rozdział ten cytowany był dwięście siedemnaście razy.

Kolejny temat dotyczy szybkiego ruchu cząsteczek spowodowanego przez pęcherzyki. Ruch ten umożliwia rozpylenie roztworu na złożu, na którym osadza się bardzo cienka warstewka płynu. Jeśli warunki są odpowiednio dobrane, to rozpuszczalnik szybko odparowuje, pozostawiając substancję rozpuszczoną. Jeśli substancji rozpuszczonej pozostaje bardzo niewielka ilość, to tworzy ona cienką warstwę. Technika ta nazywa się powlekaniem w złożu fluidalnym. Metoda używana jest na dużą skalę w przemyśle farmaceutycznym do powlekania tabletek powłokami, które mogą być na przykład kolorowane lub słodzone (by stały się bardziej atrakcyjne), wodoodporne (jeśli składniki są higroskopijne) albo rozkładają się w żołądku przy danej wartości pH (aby skuteczniej dostarczyć substancję czynną lekarstwa). Jeśli jest dużo substancji rozpuszczonej albo jeśli cząsteczki znajdujące się w złożu są rozpuszczalne w strudze rozpylonej cieczy, to cząsteczki złoża łączą się ze sobą. Ta technika nazywa się granulacją w złożu fluidalnym i stosowana jest do transformacji małych cząsteczek (często małych i pyłowych, a zatem potencjalnie niebezpiecznych) w cząsteczki większe.

Podstawowe badania [6] podjęte zostały przez doktora Petera Smitha, obecnie starszego wykładowcę na Uniwersytecie w Lincoln, a praca jego autorstwa była cytowana ponad pięćdziesiąt razy. Następnie, w oparciu o wcześniej uzyskane rezultaty badań, technika ta została z powodzeniem zastosowana do granulacji węgla wolframu, będącej jednym z wczesnych etapów wytwarzania obrabiarek [7]. Znaczną część tych badań przeprowadzono pod kierownictwem profesora Andrzeja Packa. Niestety, ponieważ badania były po części sponsorowane przez BHA, znacznej ich części nie mogliśmy opublikować. Badania profesora Packa wykazały również, jak można doprowadzić do samoaglomeracji bardzo małych cząsteczek [8]. Technika ta jest bardzo przydatna w przetwarzaniu nanocząsteczek, modnym obecnie temacie. Wiele z powyżej opisanych badań zostało streszczonych w wykładzie plenarnym mego autorstwa, wygłoszonym na VI Międzynarodowym Sympozjum poświęconym aglomeracji, które odbyło się w Nagoja (Japonia) w 1993 roku [9]. Rysunek 2a pokazuje przykład cząsteczki powleczonej dodatkową warstwą, a rys. 2b aglomerat węgla wolframu.



a)



b)

Rys. 2. Przykładowe produkty procesów powlekania i granulacji w złożu fluidalnym:
a) miedziany śrut przed powleczeniem glikolem polietylenowym i po powleczeniu;
b) ziarenko węgla wolframu [7]

Mniej więcej wtedy, w związku z rozpoczęciem badań nad mieszaniem płynów i biochemią (przy okazji mianowania mnie na szefa Katedry Biochemii w 1989 roku), zakończyłem prace nad fluidyzacją. Ostatni artykuł poświęcony temu tematowi opublikowałem wspólnie z profesorem Packiem w 1997 roku.

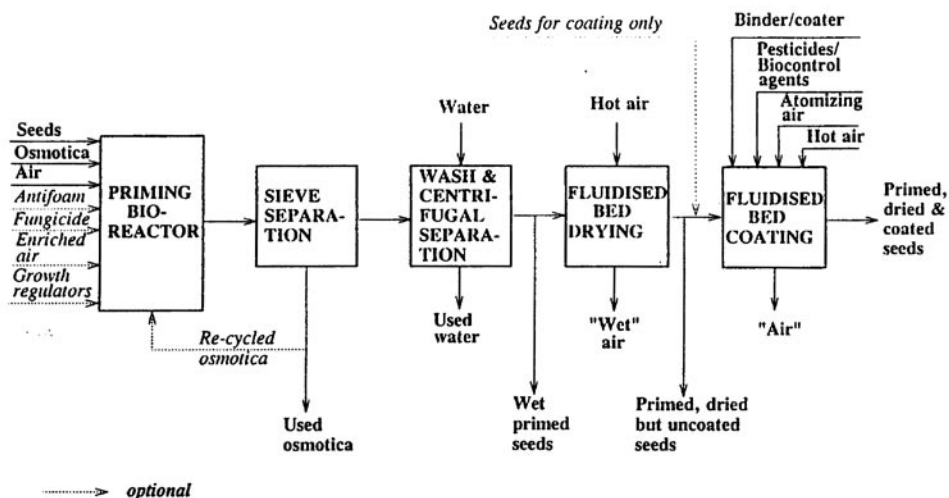
Inżynieria procesowa nasion niektórych warzyw

Kiedy nasiona są wysiewane w tradycyjny sposób, czas kiełkowania i czas, kiedy roślina jest gotowa do żniwa, może być bardzo różny dla różnych nasion. Z powodu takich różnic żniwa, zwłaszcza w szklarniach, są często mało wydajne. Narodowa Stacja Badań nad Warzywami w Wielkiej Brytanii wypracowała metodę hydrokondycjonowania nasion, pozwalającą rozwiązać ten problem. Nasiona umieszczane są na ligninie nasączonej wodnym roztworem zawierającym między innymi glikol polietylenowy. W roztworze tym ciśnienie osmotyczne zależy od stężenia glikolu

polietylenowego. Przez ustalenie ciśnienia osmotycznego na odpowiednim poziomie można ograniczyć ilość wody, jaką nasiona są w stanie wchłonać. Co za tym idzie, mimo że kiełkowanie jest możliwe, to nie może się zakończyć. Dzięki temu procesowi wszystkie zasiane nasiona kiełkują w tym samym czasie i w tym samym czasie są gotowe do zbioru. Jeśli nasiona zostały wysuszone, to jest przygotowane do przechowywania, zachowywały tę charakterystyczną cechę z tą różnicą, że kiełkowały o jeden dzień później. Nasiona przygotowane w ten sposób mogą być sprzedawane rolnikom po o wiele wyższej cenie, tak więc było ze wszech miar pożądane, aby zwiększyć skalę produkcji hydrokondycjonowanych nasion.

Opierając się na zdobytej w Birmingham wiedzy o bioreaktorach, miałem przecucie, że nasiona mogą być hurtowo hydrokondycjonowane w podobny sposób. Wstępne badania przeprowadzone przez studentów wykazały, że istotnie tak było. Na podstawie tych badań Agricultural and Food Research Council przyznało dwa granty na lata 1986–1992. Doktor Bujalski uczestniczył w obu projektach i w swoich badaniach szybko poczynił znaczne postępy. Nasiona marchewki, pora, pasternaku i pomidora były z powodzeniem hydrokondycjonowane w bioreaktorach. Okazało się, że w trakcie procesu hydrokondycjonowania nasiona pobierają tlen podobnie jak inne gatunki biologiczne, zatem do bioreaktorów trzeba było wtłaczać powietrze. Jedynie nasiona cebuli mają wyjątkowo grubą skórę, które działa jako bariera dla transportu tlenu i w tym przypadku konieczne było zastosowanie wzbogaconej mieszanki powietrza. Dla skutecznego hydrokondycjonowania nasion cebuli niezbędne było użycie odpowiedniego poziomu tlenu rozpuszczonego w glikolu polietylenowym. Stosowanie takiej wzbogaconej mieszanki powietrza nie było konieczne wobec innych nasion. Co więcej, stosując naszą wiedzę o tym, jak z cząsteczek utworzyć zawiesinę, można było dobrać właściwe warunki procesu, tak aby nasiona nie uległy uszkodzeniu. Ogólnie rzecz biorąc, skuteczność kiełkowania nasion hydrokondycjonowanych hurtowo była taka sama, jak skuteczność nasion hydrokondycjonowanych na ligninie, w laboratorium.

W Narodowej Stacji Badań nad Warzywami proces suszenia nasion przeznaczonych do przechowywania był prowadzony bardzo powoli, aby zapobiec uszkodzeniom, które mogłyby wywołać wysoka temperatura. Nasza wiedza na temat fluidyzacji stosowanej jako technika osuszania podpowiadała nam, że czas suszenia można istotnie zredukować. Projekt jednego z magistrantów, prowadzony pod kierunkiem doktora Bujalskiego i profesora Packa, potwierdził tę hipotezę, redukując czas suszenia z około dwóch dni do paru godzin [11]. Ponadto przez zastosowanie procesu powlekania w złożu fluidalnym odpowiednimi środkami chemicznymi i biologicznymi można przekazać nasionom odporność na działanie szkodników i na infekcje bakteryjne [12]. Rysunek 3 pokazuje serię kolejnych działań podejmowanych w trakcie takiego procesu.



Rys. 3. Wykres pokazujący kolejne etapy procesu hydrokondycjonowania nasion roślin warzywnych [12]

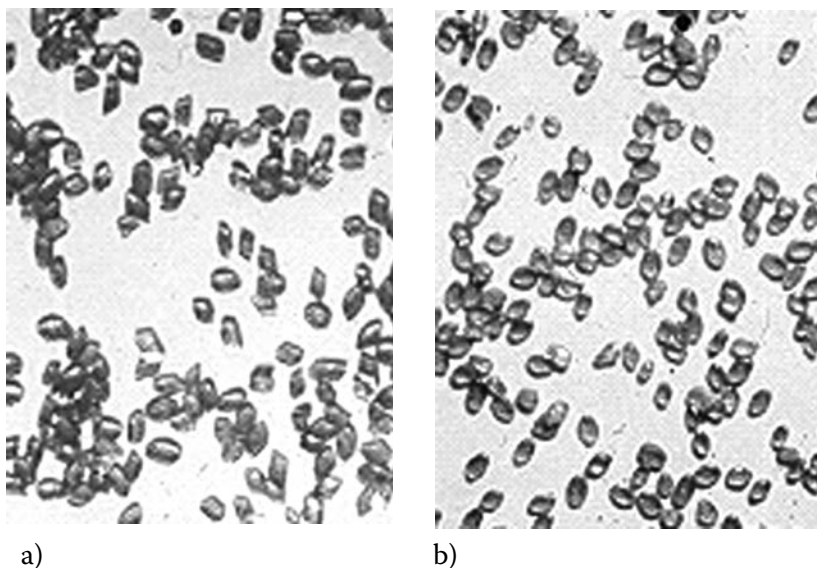
Owocem tych dwóch projektów było piętnaście artykułów opublikowanych w czasopiśmie naukowych i siedem publikacji konferencyjnych. Pomogliśmy również pewnej firmie wdrożyć przedmiotowy proces na skalę przemysłową.

Mieszanie

Zagadnienia mieszania zajmowały mnie odkąd zostałem studentem UCL (University College London) w styczniu 1963 roku. Przez mieszanie rozumiałem proces zachodzący w naczyniu z mechanicznie napędzanym mieszadłem. Urządzenia tego typu są wszechobecne w przemyśle przetwórczym. Temat zwrócił moją uwagę po raz pierwszy, kiedy jako student miałem okazję uczęszczać na wykłady profesora Mullina, który wcześniej pracował w przemyśle chemicznym i który mówił, że wyniki procesów przeprowadzanych w dużej, przemysłowej skali są często różne od wyników otrzymywanych w laboratorium! Moja ciekawość tematem wzrosła jeszcze bardziej, kiedy zacząłem wyklądać w West Ham. Od Lightnin' Company, w owym czasie jednej z największych firm produkującej miksery i mającej siedzibę w USA, dostałem większą ilość czasopiśmie naukowych. Jedynie artykuły autorstwa J. Henry'ego Rushtona, który był wtedy konsultantem firmy i od którego nazwiska pochodzi nazwa „turbina Rushtona”, zawierały dane ilościowe i podawały, jak należy obliczać moc niezbędną do wprowadzenia w ruch mieszadła. Nie sposób było jednak doczytać się w nich, jaki wpływ na dany proces będzie miało samo mieszanie. Kiedy zatem w 1963 roku pojawiła się możliwość napisania pracy doktorskiej u profesora Mullina, jak również możliwość pracy razem z nim nad problemami krystalizacji w zbiornikach z mieszadłem, nie wahałem się ani chwili, aby skorzystać z tej szansy.

Z powodu dużego zakresu badań, jakie prowadziłem nad mieszaniem, skoncentruję się tutaj jedynie na kilku wybranych aspektach moich prac.

Układy typu ciało stałe-płyn a krystalizacja. Warunki mieszania niezbędne do osiągnięcia wydajnej krystalizacji są podobne do warunków ogólnie niezbędnych do udanego przeprowadzenia procesu, w którym biorą udział cząsteczki ciał stałych. Większość tych badań została streszczona w napisanym przeze mnie rozdziale książki „Mieszanie w przemyśle przetwórczym” („Mixing in the Process Industries”) [13], której byłem współredaktorem. Jednym z warunków skutecznego mieszania jest szybkość N_{js} , która zapewnia całkowite zawieszenie cząstek w cieczy. Temu właśnie zagadnieniu poświęciłem pierwszy artykuł o mieszaniu z 1968 roku [14]. Przy N_{js} szybkość reakcji (krystalizacja) jest bliska maksimum bez względu na to, czy decyduje o tym dany etap redukcji, czy etap przenikania masy. W przypadku krystalizacji ten warunek jest wyjątkowo korzystny, ponieważ wyższe szybkości prowadzą do wyraźnie szybszego tempa wtórnego zarodkowania. Zjawisko to odnosi się do powstawania bardzo małych zarodków, co z kolei prowadzi do powstawania krystalicznego produktu o mniejszych wymiarach. Ponieważ – generalnie rzecz biorąc – pożądane są duże, swobodnie pływające kryształy, taka redukcja nie jest korzystna. Brałem udział w pracach nad dwoma modelami dwóch głównych mechanizmów, które są odpowiedzialne za wpływ, który jest wywołany uderzeniem kryształów w mieszałko [15] albo w inne kryształy [16]. (Drugie badania prowadziłem wspólnie z profesorem Dinem Contim z Uniwersytetu w Turynie).



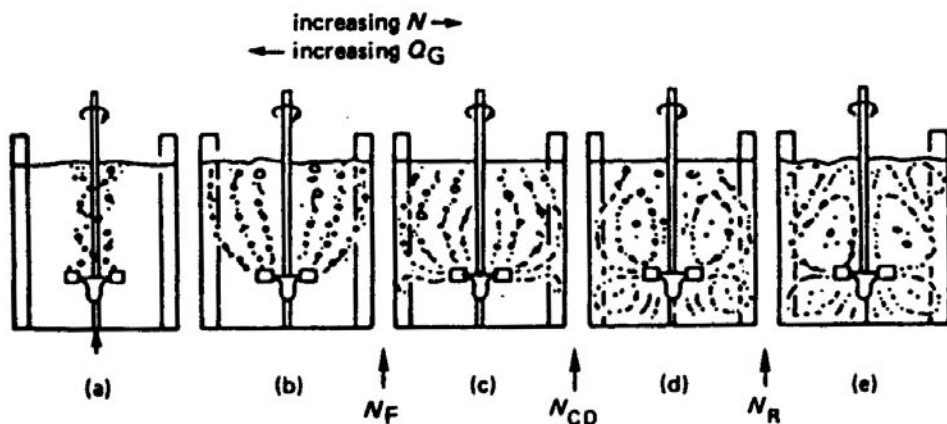
Rys. 4. Fotografia kryształów $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ o wymiarach około 1,5 mm; a) przed starciem i b) po starciu w wyniku mieszania. Proszę zwrócić uwagę na różnice między rysunkami 4a i 4b [16]: brak ostrych krawędzi i zaokrąglenie kryształów

Oba modele wykazywały, że szybkość redukcji gwałtownie wzrastała wraz ze zwiększeniem mocy pobieranej od mieszaniny, a w pierwszym przypadku [15] szybkość ta zależała również od prawdopodobieństwa zderzenia. Rysunek 4 przedstawia przykładową grupę kryształów z ostrymi brzegami i spiczastymi końcówkami przed mieszaniem i tę samą grupę z zaokrąglonymi, wypolerowanymi brzegami po tym, jak zostały oszlifowane przez tarcie z innymi kryształami. Co ciekawe, teoria stworzona w ten sposób została również zastosowana do analizy potencjalnych uszkodzeń spowodowanych przez komórki zwierzęce rozwijające się na mikronośnikach o wymiarach 200 μm .

Jak zauważyłem wcześniej, kluczową informacją we wszelkich badaniach dotyczących mieszania jest wartość pobieranej mocy. Dlatego prawie we wszystkich moich pracach ta wartość była precyzyjnie mierzona. Ta świadomość pozwoliła mi na wynalezienie w 1969 roku prawie beztarciowego dynamometru opartego o powietrzne łożysko [17]. Stosując tę metodę, kontynuowałem badania nad N_{js} we współpracy z moim byłym doktorantem (a obecnie profesorem) Shalizą Ibrahimem z Uniwersytetu Malezyjskiego. Badaliśmy konfigurację układu wirnik-zbiornik, która minimalizowałaby właściwy pobór mocy związany z N_{js} . Co ciekawe, nasz ostatni wspólny artykuł ukazał się w tym roku i dotyczył kwestii zawiesiny w nagazowanych lepkich cieczach [18].

Układy typu gaz-ciecz oraz układy trójfazowe (gaz-ciało stałe-ciecz). Od samego początku starałem się dobrać takie warunki zachodzenia procesu, które przypominałyby warunki panujące w reakcjach fermentacji tlenowej. Zasięgnąłem także rady doktora Fyfe'a Webba, który pod koniec lat sześćdziesiątych zeszłego stulecia prowadził badania z zakresu inżynierii biochemicznej w UCL. Moim pierwszym studentem został doktor Derek Wisdom. Wspólnie doszliśmy do wniosku, że literatura pełna jest prac podających równania, dzięki którym można obliczyć, czy mieszanina efektywnie rozprasza gaz. Jednocześnie ci sami autorzy nie podają, jak dokładnie wygląda tenże stan dyspersji. W związku z tym postanowiliśmy wykonać serię rysunków (rys. 5) definiujących różnorodne warunki panujące w tego typu reakcjach. Ryciny te, opublikowane po raz pierwszy w 1977 roku [19], regularnie pojawiają się w nieomal niezmiennionej formie w akademickich opracowaniach i przeglądowych artykułach do dziś dnia.

We współpracy z amerykańską firmą Tate and Lyle rozpoczęliśmy również badania nad symulowanymi lepкими płynami fermentacyjnymi, co w 1978 roku doprowadziło do kolejnej wieloletniej współpracy, tym razem z doktorem Vackiem Machonem z Praskiego Instytutu Technologii Chemicznej.



Rys. 5. Stany dyspersji gazu w reaktorze z mieszadłem: a) i b) zalany; c – e) załadowany; d) zupełna dyspersja przestrzenna pęcherzyków; e) znaczna recyrkulacja pęcherzyków [19]

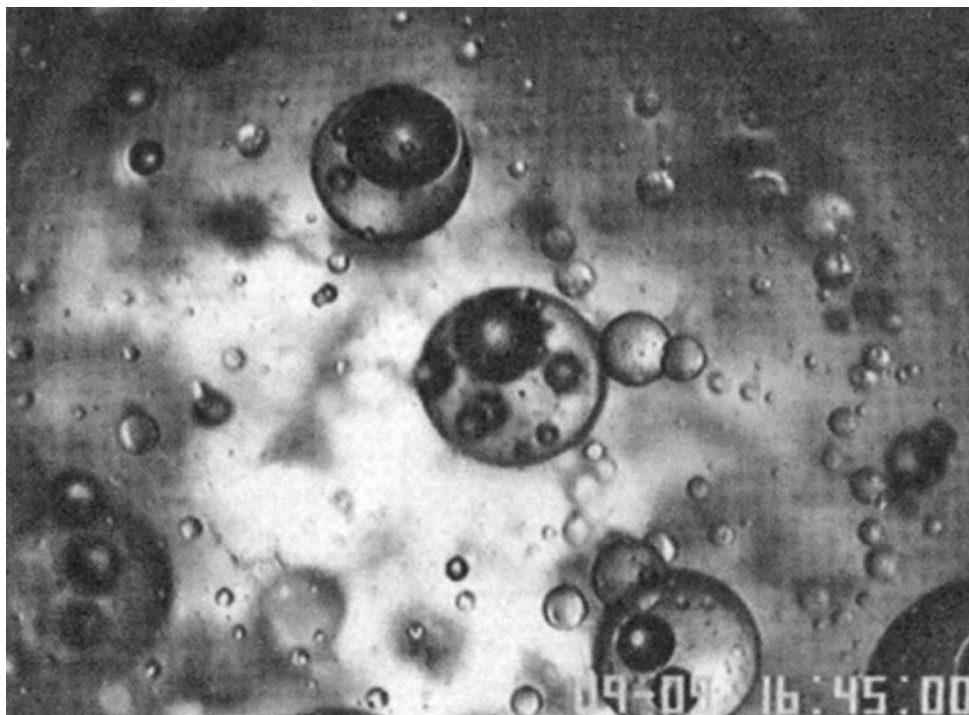
W większości tych badań współuczestniczyli przedstawiciele przemysłu: w USA byli to między innymi doktor Art Etchells (Du Pont) i doktor Barry Buckland, a w Wielkiej Brytanii – doktor John Middleton i doktor Mike Cooke z ICI. Doktor M. Cooke, mój doktorant Colin Chapman (który jest obecnie dyrektorem w BP) oraz ja otrzymaliśmy Medal Moultona za najlepszy artykuł opublikowany przez Instytut Inżynierów Chemików w 1983 roku. Przedstawiliśmy tam po raz pierwszy koncept mieszadeł pompujących do góry pracujących w dwu- i trójfazowych układach. Temat ten często pojawiał się potem w moich pracach. W badaniach prowadzonych w latach 1985–1988 współpracowałem również z doktorem Bujalskim (który prace te wykorzystał w swoim doktoracie) i profesorem Mikio Konno z Japonii. Z kolei w roku 1992 zacząłem badania w ramach dużego projektu prowadzonego wspólnie z APV Ltd (dużą firmą brytyjską) i we współpracy z profesorem Wyszyńskim z Birmingham kierownikiem został Jack McKemmie. Sponsorem projektu był brytyjski Biotechnology and Biological Research Council (BBSRC), a fundusze pozyskane w ten sposób pokryły koszty badań, które przeprowadzili doktor Gul Ozcan-Taskin (z Turcji) i profesor Jaworski. Stworzono projekt pompującego do góry mieszadła typu high solidity (rys. 6), na który uzyskano również odpowiedni patent. Dalsze prace związane z dysertacją doktorską doktora Danawatiego Hari-Prajitno (z Indonezji) były prowadzone pod kierunkiem doktora Bujalskiego, a korzyści wynikające ze stosowania tego typu mieszadeł w tych i innych zastosowaniach zostały streszczone w niedawno wydanej publikacji [20].



Rys. 6. Pompujące do góry mieszadło typu high solidity, o szerokich łopatkach, opracowane dla dwufazowych (gaz-ciecz) i trójfazowych (gaz-ciało stałe-ciecz) układów [20]

Wielką korzyścią tychże badań była skala, w jakiej zostały przeprowadzone (zbiorniki o średnicy do 0,75 m i wysokości 1,5 m), jak również zastosowane do ich pomiaru czujniki tensometryczne, mierzące moment obrotowy i tym samym pobieraną moc w dwóch niezależnie działających systemach mieszadeł. Niemniej jednak, może dlatego, że cały koncept wydaje się sprzeczny z intuicyjnym rozumieniem, pierwsze artykuły o pompujących do góry mieszadłach ukazały się dopiero mniej więcej dwadzieścia lat po pierwszych badaniach na ten temat, kiedy przemysł zrozumiał, jakie zalety niesie ze sobą stosowanie tego typu mieszadeł. Pompujące do góry mieszadła są obecnie jednym z dwóch najczęściej stosowanych typów mieszadeł w przemyśle, w gazowo-cieczowych reaktorach i kadziach fermentacyjnych, zwłaszcza w USA.

Poczynając od około 1996 roku, rozpoczęliśmy razem z profesorem Packiem badania nad rozdrabnianiem i koalescencją pęcherzyków w mieszanym roztworze wodnym, a zwłaszcza nad tym, jak względna szybkość tych dwóch procesów wpływa na wielkość pęcherzyków i na wypadkowy rezultat procesu. Zastosowaliśmy technikę stworzoną przez profesora Packa, w której mikroskop stereo podłączony jest do kamery i lampy stroboskopowej oświetlającej reaktor światłem w rytm ruchu poszczególnych klatek kamery filmowej [21]. Technika została po raz pierwszy zastosowana w 1994 roku do badania dyspersji układu ciecz-ciecz, ale okazała się również nieoceniona w badaniach nad strukturą i dynamiką złożonych, czterofazowych układów, nawet w warunkach intensywnego mieszania (rys. 7) [22].

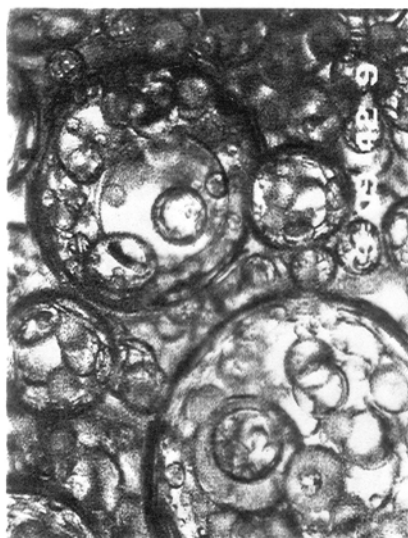


Rys. 7. Czterofazowe struktury, w których widać grzybnie (struktury rozmyte), krople oleju (jasne kółka) i pęcherzyki powietrza (bardzo ciemne kółka), rzeczywista wysokość obrazu około 3,7 mm [22]

Aby dać przykład wniosków, jakie można wyciągnąć z tego typu badań, chciałbym opisać dwa eksperymenty, które przeprowadził doktor Binjie Hu z Chin. Po pierwsze, w pracy, której sponsorem w 1993 roku była firma Unilever, wykazano, że chociaż środki powierzchniowo czynne stosowane do ochrony owoców są w stanie całkowicie ustabilizować dyspersję pęcherzyków w artykułach spożywczych przez niedopuszczenie do koalescencji, to w warunkach naprężeń Reynoldsa, związanych z mieszaniem odbywającym się w trakcie procesu produkcyjnego, koalescencja ulega jedynie ograniczeniu [23]. W drugim cyklu badań prace dotyczyły heterogenicznego uwodornienia katalitycznego. Projekt był częściowo sponsorowany przez Johnsona Mattheya i kierowany przez doktora Hugh Stitta. Dowiedziono, że przez właściwe dobranie stężenia wody i organicznego rozpuszczalnika dla danych reagentów można otrzymać pęcherzyki o mniejszym rozmiarze, przez co można zwiększyć stopień przenikania masy wodoru i zmaksymalizować ogólną szybkość reakcji [24].

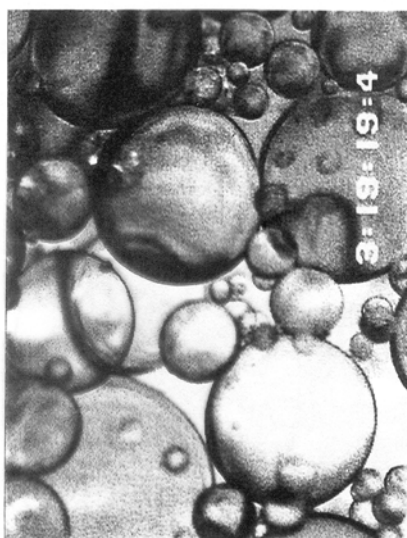
Układy typu ciecz-ciecz. Z układami tego typu mamy do czynienia, kiedy fazy oleista i wodna podlegają mieszaniu. Codzienne życie dostarcza nam wielu przykładów mieszanin tego typu: sosy do sałatki, kremy do twarzy, emulsje farma-

ceutyczne, nawierzchnie bitumiczne itd. W systemach tego typu faza olejowa może być rozproszona w fazie wodnej albo na odwrót. Fazy te można również zamieniać celowo w trakcie produkcji w celu otrzymania pożądanego produktu (na przykład margaryny z niską zawartością tłuszczu) albo też faza taka może się pojawić niepożądana i nie dopuścić do powstania planowanego produktu. Ten moment zmiany, nazwany inwersją fazową, jest do tej pory bardzo słabo zbadanym zjawiskiem, a więc trudnym do skontrolowania. W 1986 roku doktor Keith Carpenter rozpoczął badania nad zagadnieniem inwersji fazowej w ramach projektu sponsorowanego przez ICI. Projektem kierował najpierw doktor Andrew Gilchrist, ale niestety zmarł wkrótce po rozpoczęciu eksperymentów i niedługo potem profesor Pacek zajął się badaniami w ramach tego projektu. Wspomniana wcześniej technika z użyciem wideo została opracowana właśnie w trakcie tego projektu. Między innymi technika ta jasno pokazała, że nawet przy braku jakichkolwiek środków powierzchniowo czynnych, kiedy woda była rozproszona, kropelki oleju formowały się wewnątrz, natomiast odwrotna struktura nie powstawała (rys. 8). Konstatacja ta pozwoliła wyjaśnić przyczynę, dla której stężenie w układach typu „woda w oleju”, w których dochodzi do odwrócenia fazy, jest zazwyczaj niższe od stężenia w układach „olej w wodzie” [25].



Water dispersed in chlorobenzene
 $x_{\text{disp}} = 0.54$

a)



Chlorobenzene dispersed in water
 $x_{\text{disp}} = 0.67$

b)

Rys. 8. Różne rodzaje dyspersji układu ciecz-ciecz: a) złożona dyspersja wody w oleju – widoczne kropelki oleju w kroplach wody; b) prosta dyspersja oleju w wodzie [25]

Technika ta została również użyta we współpracy z firmą Chemineer, aby wykazać, że od dawna rozpowszechniany pogląd – iż mieszadło promieniowe wywołujące wysokie naprężenie ścinające (turbina Rushtona) daje mniejsze kropelki niż mieszadła powodujące niższe naprężenie ścinające (typu hydrofoil) [26] – jest nieprawdziwy i że mieszadła drugiego rodzaju lepiej nadają się do produkcji emulsji.

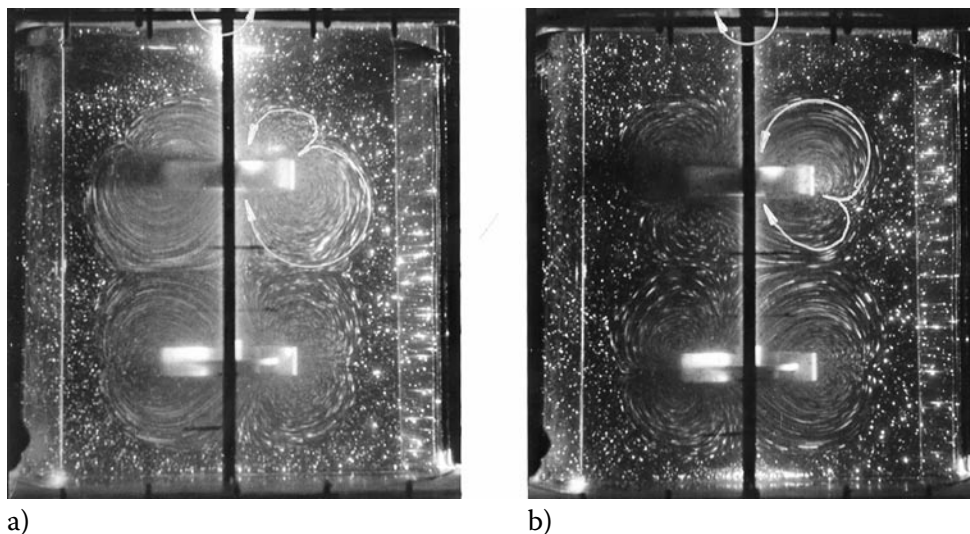
Coraz więcej niezwykle ciekawych zastosowań tej techniki pogłębiło nasze zrozumienie procesu produkcji artykułów żywnościowych (przy zastosowaniu zjawiska inwersji fazowej) o niskim [27] i zerowym [28] poziomie zawartości tłuszczu. Badania te, trwające sześć lat, sponsorowała firma Unilever. W produkcji artykułów o zerowej zawartości tłuszczu wykorzystano zjawisko dyspersji dwóch faz wodnych. Technika używana do ich produkcji pozwoliła również na zmierzenie bardzo niskiego naprężenia międzyfazowego w tego typu substancjach.

Homogenizacja oraz makro- i mikromieszanie. Wiele zastosowań procedury mieszania wymaga, aby zawartość reaktora była zmieszana do pewnego stopnia homogeniczności, na przykład w przypadku przechowywania ropy naftowej, napojów itp. Tradycyjnie od lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku za najbardziej wydajne mieszadła do tego typu funkcji makromieszania uważano mieszadła o przepływie osiowym, o wysokim współczynniku przepływu. Jednak badania doświadczalne, przeprowadzone w latach dziewięćdziesiątych we Fluid Mixing Processes Industrial Consortium w Wielkiej Brytanii i przez mój zespół badawczy w Birmingham, sugerują, że jeśli zastosuje się pojedyncze mieszadło, to wszystkie mieszadła są jednakowo wydajne. W artykule opublikowanym w 1997 roku opisałem teoretyczne uzasadnienie tego wniosku [29], co do tej pory zostało zacytowane osiemdziesiąt razy.

W wielu przypadkach najbardziej istotnym parametrem nie jest sama długość czasu procesu, ale czas mieszania w stosunku do czasu reakcji. Dla szybko przebiegających reakcji punkt dodania substratu w celu zminimalizowania miejscowego czasu mikromieszania powinien być bardzo bliski punktu wypływu z mieszadła, gdzie miejscowa wielkość szybkości rozproszenia energii jest bardzo wysoka. W pracy sponsorowanej przez firmę Huntsman Polyurethanes z Belgii i kierowanej przez doktora Archiego Eagleshama przetestowano pomysł dodawania substratu przez rurkę obracającą się razem z mieszadłem, aby przez cały czas utrzymać optymalną lokalizację. W trakcie badań osiągnięto ośmiokrotne obniżenie niepożądanych produktów ubocznych [30].

Kiedy ciecze stają się bardzo lepkie, często stają się również nienewtonowskie, czego dobrym przykładem jest keczup i sosy do sałatek. Często zdarza się, że ich granica płynięcia jest na tyle duża, że trzeba mocno potrząsnąć butelką, aby keczup wydostał się na zewnątrz! Dodatek odpowiednich „środków zagęszczających” jest kluczowy, jeśli chodzi o kontrolowanie przepływu, a szczególnie granicy płynięcia, którą trzeba pokonać, jeśli płyn ma się w ogóle poruszyć. Typowym dodatkiem jest guma ksantanowa, którą otrzymuje się w wyniku fermentacji. Kiedy byłem

jeszcze zatrudniony w UCL, w trakcie badań prowadzonych wspólnie z doktorem Timem Elsonem i doktorantem Jeffem Solomonem, sponsorowanych przez firmę Tate and Lyle, wykazaliśmy, iż kiedy mieszane są roztwory tejże gumy, bardzo często zdarza się, że jedynie obszar bliski mieszadła faktycznie się porusza [31]. Region ten nazwany został „kawerną” (rys. 9), a my opublikowaliśmy teoretyczne równanie opisujące rozmiary tych obszarów.



Rys. 9. Fotografie smugowe ukazujące kawerny w roztworze Carbopol i przedstawiające granice płynięcia: a) turbina Rushtona o przepływie radialnym z pompującym do góry mieszadłem; b) turbina Rushtona z mieszadłem pompującym do dołu [31]

Od tego czasu równanie to jest regularnie używane w przemyśle, aby określić warunki mieszania pozwalające na osiągnięcie pełnej skali mieszania w wielu rodzajach materiałów, takich jak osady ściekowe, kosmetyki, masa papiernicza, fermentacja grzybni i polisacharydów itp. Co ciekawe, w dalszych pracach prowadzonych we współpracy z profesorami Jaworskim i Packiem wykazaliśmy, że poza rejonem kawerny ruch materiału jest bardzo powolny ($8 \mu\text{m/s}$), ale również, że zewnętrzny i wewnętrzny przepływ płynu nigdy nie ulegają zmieszaniu [32].

Mieszanie w bioprocessach

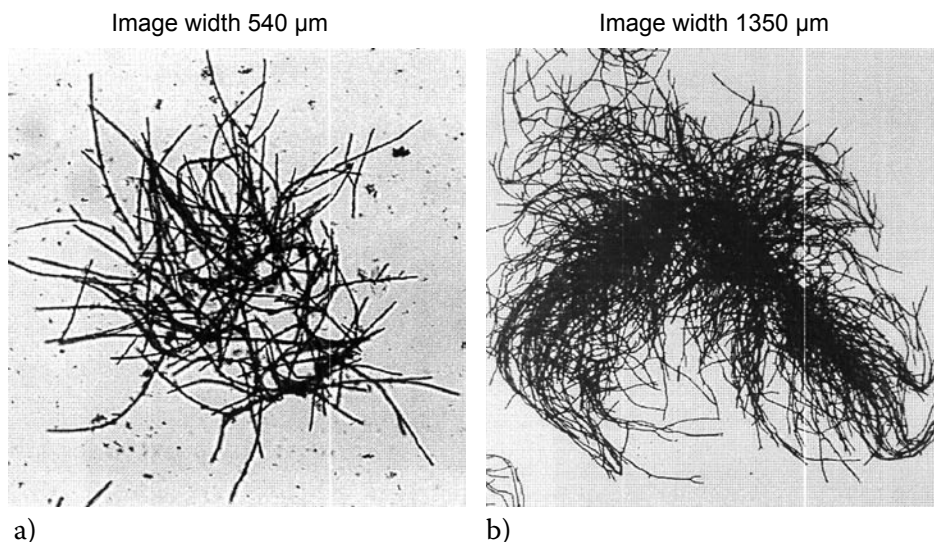
Mój pierwszy artykuł poświęcony bioprocessom, opublikowany w 1976 roku, powstał w wyniku współpracy z ówczesnym doktorem (a później profesorem) Peterem Dunnilem pracującym w UCL i doktorantem, którym wspólnie się opiekowaliśmy, Colinem Thomasem. Colin później został moim kolegą po fachu na Uniwersytecie w Birmingham. Postanowiliśmy sprawdzić, czy mechaniczne naprężenia związane z procesem mieszania były w stanie uszkodzić enzymy. Nasza

praca wykazała ponad wszelką wątpliwość, że same takie naprężenia nie powodują żadnych uszkodzeń [33], choć proces mieszania może w niebezpośredni sposób być za to odpowiedzialny, na przykład zasysając pęcherzyki, ponieważ powierzchnie międzyfazowe pomiędzy gazem a cieczą łatwo denaturują białka. Artykuł ten określono w 2009 roku w czasopiśmie „Biotechnology and Bioengineering” jako „klasykę”. Artykuł ten został zacytowany sześćdziesiąt pięć razy.

Pracowaliśmy potem z Colinem nad kwestiami związanymi z naprężeniem i fermentacją grzybni i komórek zwierzęcych. Badania nad komórkami zwierzęcymi rozpoczęliśmy w 1985 we współpracy z firmą Unilever, która produkowała przeciwciała monoklonalne używane w testach ciążowych i chciała rozwinąć tę produkcję na skalę przemysłową. W połowie lat dziewięćdziesiątych dołączyli do Colina i do mnie specjaliści w zakresie inżynierii chemicznej – Nick Emery i profesor Mohammed Al-Rubeai oraz matematyk – profesor John Blake. W ten sposób stworzyliśmy dużą grupę badawczą. Spodziewaliśmy się, że skoro komórki tego rodzaju nie mają typowych ścianek komórkowych, to łatwo powinny ulegać zniszczeniu. Jednakże pomiary ich wytrzymałości mechanicznej za pomocą mikromanipulacji oraz odpowiednich technik modelowania wykazały, że mogły one wytrzymać o wiele większe intensywności mieszania niż wartości niezbędne do uzyskania przenoszenia tlenu. Badania potwierdziły jednocześnie, że uszkodzenia komórek najczęściej mają miejsce w pobliżu pękających pęcherzyków i że nad tym problemem powinniśmy się skoncentrować. Pluronic F68, środek powierzchniowo czynny, był w stanie zapobiec uszkodzeniom, między innymi poprzez to, że nie dopuszczał do tego, aby komórki przyłączyły się do pęcherzyków. Wszystkie prace na ten temat zostały streszczone w przekrojowym artykule [34], który ukazał się w 2006 roku i od tej pory został zacytowany dwadzieścia razy.

Kiedy w 1989 roku zostałem profesorem inżynierii biochemicznej i dyrektorem SERC (Centrum Inżynierii Biochemicznej) z rządowym budżetem wynoszącym około trzech milionów funtów, głównym tematem prowadzonych tam badań były uszkodzenia grzybni. Profesor Thomas wynalazł technikę analizowania zdjęć, za pomocą której badaliśmy *Penicillium chrysogenum* oraz *Aspergillus oryzae*. Badania te były również sponsorowane przez duńską firmę Novozymes. Większość grzybni występowała w formie grudek (rys. 10), a im większe było natężenie mieszania, tym mniejsze były wymiary obserwowanych grudek.

Co dziwne, podobnie jak w badaniach nad rozdrabnianiem kropelek, mieszała turbiny Rushtona, powodujące wysokie naprężenia ścinające, dawały mniejszą redukcję wielkości grudek niż mieszała wywołująca niższe naprężenia ścinające. Redukcja ta była jeszcze mniejsza w przypadku zwiększenia skali procesu. Również, co interesujące, w trakcie okresowych hodowli „uszkodzenia” prowadziły do spadku wydajności w przypadku *Penicillium chrysogenum*, ale nie w przypadku *Aspergillus oryzae* [35]. Prace te zostały głównie przeprowadzone przez doktora Petera Justena z Niemiec i doktora Ashrafa Amanullaha z Indii i były od tego czasu wielokrotnie cytowane.



Rys. 10. Zdjęcia grudek grzybní: a) *Penicillium chrysogenum*, b) *Aspergillus oryzae* [35]

W 1996 roku zaproszono mnie do wzięcia udziału w IV Programie Ramowym EWG zatytułowanym „Powiększenie skali bioprocessów w oparciu o integrację fizjologii mikrobiologicznej i dynamikę płynów”, kierowanym przez profesora Olle Enforsa z Królewskiego Instytutu Technologii w Sztokholmie. Miałem to szczęście, że dołączył do mnie wtedy jako pracownik naukowo-badawczy ówczesny doktor (a obecnie profesor) Chris Hewitt, który szybko zastosował metodę cytometrii przepływowej do określania wpływu mieszania (naprężenie mechaniczne, brak jednorodności w procesach zachodzących w dużej skali) na dzikie i zrekombinowane szczepy *E. coli* oraz na inne bakterie. Badania potwierdziły, iż naprężenia mechaniczne nie wywołują zmian w metabolizmie, natomiast brak jednorodności, wywołany rozpuszczonym tlenem, pH i składnikami odżywczymi w okresowych hodowlach, powodował duże różnice. W ramach projektu realizowanego pod auspicjami EWG przebadano fermentor o objętości 20 m³ i dzięki temu można było dokonać walidacji eksperymentów w małej skali przeprowadzonych w laboratorium [36].

Wspomnę jeszcze o dwóch projektach analizujących kwestie uszkodzeń spowodowanych przez naprężenie. Pierwszy dotyczył alkalicznego rozpadu komórek *E. coli* w celu uzyskania ekstraktu z plazmidów stosowanych w terapii genowej. Istnieje obfita literatura sugerująca, że proces ten powinien odbywać się przy bardzo delikatnym mieszaniu. Doktor Saedthwart Chamsart z Tajlandii wspólnie z Tonym Hitchcockiem z brytyjskiej firmy Cobra Biomanufacturing udowodnili, że w procesie można stosować intensywne mieszanie, o ile zachowany zostanie odpowiedni reżim podawania dodatków składających się z zasad i kwasów. Uży-

skany został patent [37] i sformułowano reguły przeprowadzania przemysłowej lizy w skali do 60 l. Wśród wielu osób pracujących w przemyśle rozpowszechniony jest pogląd, że mieszanie może uszkodzić drożdże obecne przy fermentacji piwa. Wspólnie z profesorem Hewittem wykazaliśmy niedawno, stosując metody podobne do tych, które użyte zostały w badaniach bakterii *E. coli*, że do uszkodzeń takich nie dochodzi i że dzięki mieszanemu czas potrzebny do uwarzenia piwa można skrócić o 15–20%. Technikę taką stosuje się obecnie w fermentorach piwnych o objętości do 500 m³ [38].

Numeryczna mechanika płynów

Mimo iż jestem współautorem około dwudziestu artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych i wydawnictwach konferencyjnych, których głównym autorem jest prawie wyłącznie profesor Jaworski, mój wkład w badaniach nad numeryczną mechaniką płynów ograniczył się do udostępnienia badaczom najlepszych danych doświadczalnych do walidacji. Starałem się również być pomocnym w formułowaniu realistycznej dyskusji, w trakcie której badacze mogliby dokonać porównań między danymi doświadczalnymi a przewidywaniami wynikającymi z technik obliczeniowych. Jestem nieco zdziwiony, jak wolno przyjmują się techniki obliczeniowej dynamiki płynów, zwłaszcza w zakresie turbulentnych przepływów płynów wielofazowych z silnymi zawirowaniami, które są przecież typowe dla technologii wykorzystujących mieszanie. Problem spowodowany jest brakiem fizycznego zrozumienia zagadnienia [39] albo niewłaściwą interpretacją kolorowych obrazów otrzymanych przez niedoświadczonych badaczy. Co więcej, możliwa jest sytuacja, w której istnieje zgodność pomiędzy przewidywaniami wynikającymi z badań numerycznych a danymi doświadczalnymi, natomiast w literaturze można znaleźć inne, sprzeczne wyniki [40]. W jaki sposób można ustalić, które wyniki są poprawne? Czasami zdarza się tak, że dostępne w literaturze dane doświadczalne zostały uzyskane w sposób, który nie pozwala na efektywne porównanie ich z innymi wynikami. A w końcu, nawet jeśli lider badań w tym zakresie, na przykład ktoś taki, jak profesor Jaworski, osiągnie doskonałe rozwiązanie i je opublikuje, to czy oznacza to, że można bezpośrednio z tego artykułu skorzystać i znaleźć rozwiązanie jakiegoś innego, konkretnego problemu? Stajemy tutaj przed prawdziwym dylematem!

Wnioski

W prezentacji tej chciałem pokazać cały wachlarz zagadnień, którymi się zajmowałem i nad którymi dalej pracuję, jakie miejsce zagadnienia te zajmują w przemyśle przetwórczym oraz to, jak nowoczesne eksperymentalne techniki pozwalają na nowe zrozumienie starych problemów. Najnowsze badania przeprowadziłem w Birmingham wspólnie z profesorem Mostafą Barigou i zespołem współpracowników. Użyliśmy techniki śledzenia cząstek emitujących pozytrony (PEPT – *Positron Emission Particle Tracking*), żeby pokazać wizualizację przepły-

wów w systemach nieprzezroczystych. Zastosowanie nowej techniki pozwoliło na uzyskanie danych wcześniej niemożliwych do osiągnięcia [41]. Technikę tę stosuje się również w badaniach nad fluidyzacją. Oba te przykłady pokazują, że choć wykonano wiele pracy, to jest to jedynie kropla w morzu potrzeb w stosunku do tych dwóch technik inżynierskich, dla których dalej poszukiwane są rozwiązania przemysłowe na dużą skalę.

Staram się także pokazać, jak bardzo w mojej pracy polegałem na współpracy z kolegami zarówno z Wielkiej Brytanii, jak i z zagranicy. Kończąc, chciałbym podziękować wszystkim tym, którzy udzielili mi pomocy zarówno w życiu zawodowym, jak i prywatnym. Dziękuję wszystkim, którzy zostali wcześniej wymienieni z nazwiska, wszystkim, których prace były cytowane, wszystkim moim studentom, doktorantom, współpracownikom, z którymi prowadziłem badania, pracownikom naukowym, współpracownikom z przemysłu z całego świata, wszystkim, którzy pomogli mi na tyle sposobów, że nie byłbym w stanie ich tu wszystkich wymienić. Dziękuję również za ich przyjaźń, za to, że uczynili moje życie tak ciekawym i fascynującym.

Bez odpowiedniej aparatury nie byłbym w stanie prowadzić moich badań, które przecież w większości są badaniami doświadczalnymi. Wiele osób pomagało mi w przygotowaniu aparatury technicznej niezbędnej do przeprowadzenia prowadzonych przeze mnie eksperymentów, ale na szczególne podziękowania zasługują Don Montgomery, Hugh McGillivray i David Cheeseman z University College London oraz Bob Badham, Bob Sharpe, Sid Chatwin, Tom Eddlestone i Hazel Jennings z Uniwersytetu w Birmingham.

Kończąc, chciałbym podziękować za wyrozumiałość mojej żonie, Helen, moim dzieciom, Fionie, Gary'emu i Peterowi, ich partnerom i moim wnukom – całej swojej rodzinie, która i tak prawdopodobnie nie za bardzo wie, co począć ze starym profesorem!

Jeszcze raz dziękuję Zachodniopomorskiemu Uniwersytetowi Technicznemu w Szczecinie za wielki honor, jakim mnie obdarzył.

Literatura cytowana

- [1] Rowe P.N., Nienow A.W., Agbim A.J., The Mechanisms by which Particles Segregate in Gas-Fluidised Beds – Binary Systems of Near-Spherical Particles, *Trans. Instn. Chem. Engrs.*, 50 (1972), 310–323.
- [2] Rowe P.N., Nienow A.W., Agbim A.J., A Preliminary Quantitative Study of Particle Segregation in Gas Fluidised Beds – Binary Systems of Near-Spherical Particles, *Trans. Instn. Chem. Engrs.*, 50 (1972), 324–333.
- [3] Kaye W.G., Highley J., Chiba T., Nienow A.W., Rowe P.N., The Application of Fluidised Combustion to Industrial Boilers and Furnaces (with), *Proc. of Inst. of Fuel Fluidised Combustion Conference, Inst. of Fuel, London, Vol. 1* (1975), B3-1–B3-12.
- [4] Rowe P.N., Nienow A.W., Fluidised Bed Mixing, Segregation and Combustion in Solid Refuse Treatment, *Proc. of First Int. Symp. on Materials and Energy from Refuse, Antwerp, 1976. Antwerp: Tech. Inst. – K.VIV, 1976*, 131–142.
- [5] Nienow A.W., Chiba T., Fluidisation of Dissimilar Materials, in *Fluidisation*, Ch.10, 2nd Ed. (J.F. Davidson, R. Clift, D. Harrison, Eds.), Academic Press, London (1985), 357–382.
- [6] Smith P.G., Nienow A.W., Particle Growth Mechanisms in Fluidised Bed Granulation: Parts I and 2, *Chem. Eng. Sci.* 38 (1983), 1223–1240.
- [7] Pacek A.W., Nienow A.W., Fluidised Bed Granulation of Tungsten Carbide from Powder, *Proc. 5th Int. Symp. on Agglomeration, Brighton, U.K., I. Chem. E., Rugby, U.K., 1989*, 151–160.
- [8] Pacek A.W., Nienow A.W., Fluidisation of Fine and Very Dense Hardmetal Powders, *Powder Tech.*, 60 (1990), 145–158.
- [9] Nienow A.W., Fluidised Bed Granulation and Coating: Applications to Materials, Agriculture and Biotechnology, *Chem. Eng. Comm.*, 139 (1995), 233–253.
- [10] Bujalski W., Nienow A.W., Gray D., Establishing the Large Scale Osmotic Priming of Onion Seeds by Using Enriched Air, *Ann. Appl. Biol.*, 115 (1989), 171–176.
- [11] Talavera-Williams C.G., Pacek A.W., Bujalski W., Nienow A.W., A Feasibility Study of the Bulk Priming and Drying of Tomato Seeds, *Food Bioprod. Proc. (Trans. I. Chem. E., Part C.)*, 69 (1991), 134–144.
- [12] Bujalski W., Maude R.B., Gray D.R., Nienow A.W., The Process Engineering of Vegetable Seeds: Priming Drying and Coating. In: *Bioproducts Processing; Technologies for the Tropics*, I. Chem. E. Symp. Series, 137 (1994), 203–207.
- [13] Nienow A.W., The Mixer as a Reactor – Liquid/Solid Systems. In: *Mixing in the Process Industries*, 2nd Ed. (paperback revision), (Editors, N. Harnby, M.F. Edwards, A.W. Nienow), Butterworth Heinemann, Chapter 17, London (1997), 394–411.
- [14] Nienow A.W., Suspension of Solid Particles in Turbine Agitated Baffled Vessels, *Chem. Eng. Sci.*, 23 (1968), 1453–1459.
- [15] Nienow A.W., The Effect of Agitation and Scale-up on Crystal Growth Rates and Secondary Nucleation, *Trans. I. Chem. E.* 54 (1976), 205–207.

- [16] Nienow A.W., Conti R., Particle Abrasion at High Solids Concentration in Stirred Vessels, *Chem. Eng. Sci.*, 33 (1978), 1077–1086.
- [17] Nienow A.W., Miles D., A Dynamometer for the Accurate Measurement of Mixing Torque, *J. Sci. Inst.*, 2, Series 2 (1969), 994–995.
- [18] Ibrahim S., Nienow A.W., The Effect of Viscosity on Particle Suspension in an Aerated Stirred Vessel with Different Impellers and Bases, *Chem. Eng. Comm.*, 197 (2010), 434–454.
- [19] Nienow A.W., Wisdom D.J., Middleton J.C., The Effect of Scale and Geometry on Flooding, Recirculation and Power in Gassed, Stirred Vessels, *Proc. 2nd European Conf. on Mixing*, Cambridge, 1977; BHRA Fluid Engineering, Cranfield, 1978, F1-1–F1-16 X53–X55.
- [20] Nienow A.W., Bujalski W., The Versatility of Up-Pumping Hydrofoil Agitators, *Chem. Eng. Res. Des. (Trans. I. Chem. E. Part A)*, 82 (2004), 1073–1081.
- [21] Pacek A.W., Moore I.P.T., Nienow A.W., Calabrese R.V., A Video Technique for the Measurement of the Dynamics of Liquid-Liquid Dispersion During Phase Inversion, *A.I.Ch.E.J.*, 40 (1994), 1940–1949.
- [22] Galindo E., Pacek A.W., Nienow A.W., Study of Drop and Bubble Sizes in a Simulated Mycelial Fermentation Broth of Up to Four Phases, *Biotechnol. Bioeng.*, 69 (2000), 213–221.
- [23] Hu B., Pacek A.W., Nienow A.W., The Effect of Sodium Caseinate Concentration and Processing Conditions on Bubble Sizes and their Break-up and Coalescence in Turbulent, Batch Air/Aqueous Dispersions at Atmospheric and Elevated Pressures, *Colloids and Surfaces, B: Biointerfaces*, 31 (2003), 3–11.
- [24] Hu B., Fishwick R.P., Pacek A.W., Winterbottom J.M., Wood J., Stitt E.H., Nienow A.W., Simultaneous Measurement of *In-situ* Bubble Size and Reaction Rates with a Heterogeneous Catalytic Hydrogenation Reaction, *Chem. Eng. Sci.* 62 (2007), 5392–5396.
- [25] Pacek A.W., Moore I.P.T., Nienow A.W., On the Structure of Turbulent Liquid-Liquid Dispersed Flows in an Agitated Vessel, *Chem. Eng. Sci.*, 49 (1994), 3485–3498.
- [26] Pacek A.W., Chamsart S., Bakker A., Nienow A.W., The Influence of Impeller Type on Mean Drop Size and Drop Size Distribution in an Agitated Vessel, *Chem. Eng. Sci.*, 54 (1999), 4211–4222.
- [27] Pacek A.W., Nixon A.J., Franklin R., Nienow A.W., Impact of Fine Particles and Their Wettability on Coalescence and Phase Inversion in Sunflower Oil + Water Systems, *Food Colloids, Biopolymers and Materials* (Eds. E. Dickinson and T. van Vliet), Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 2003, 145–155.
- [28] Pacek A.W., Ding P., Nienow A.W., The Effects of Volume Fraction and Impeller Speed on the Structure and Drop Size in Aqueous-Aqueous Dispersions, *Chem. Eng. Sci.*, 56 (2001), 3247–3255.
- [29] Nienow A.W., On Impeller Circulation and Mixing Effectiveness in the Turbulent Flow Regime, *Chem. Eng. Sci.*, 52 (1997), 2557–2565.
- [30] Assirelli M., Bujalski W., Eaglesham A., Nienow A.W., Intensifying Micromixing in a Semi-Batch Reactor Using a Rushton Turbine, *Chem. Eng. Sci.*, 60 (2005), 2333–2339.

- [31] Solomon J., Elson T.P., Nienow A.W., Pace G.W., Cavern Sizes in Agitated Fluids with a Yield Stress, *Chem. Eng. Comm.*, 11 (1981), 143–164.
- [32] Jaworski Z., Pacek A.W., Nienow A.W., On the Flow Close to Cavern Boundaries in Yield Stress Fluids, *Chem. Eng. Sci.*, 49 (1994), 3321–3324.
- [33] Thomas C.R., Nienow A.W., Dunnill P., The Action of Shear on Enzymes: Studies with Alcohol Dehydrogenase, *Biotech. Bioeng.*, 21 (1979), 2263–2278.
- [34] Nienow A.W., Reactor Engineering in Large Scale Animal Cell Culture, *Cytotechnology*, 50 (2006), 9–33.
- [35] Amanullah A., Justen P., Davis A., Paul G.C., Nienow A.W., Thomas C.R., Agitation-Induced Mycelial Fragmentation of *Aspergillus oryzae* and *Penicillium chrysogenum*, *Biochem. Eng. J.*, 5 (2000), 109–114.
- [36] Hewitt C.J., Nienow A.W., The Scale-Up of Microbial Batch and Fed-Batch Fermentation Processes, *Adv. in Applied Microbiology*, 62 (2007), 105–136.
- [37] Nienow A.W., Hitchcock A.G., Riley G.L., A Vessel for Mixing a Cell Lysate, U.S. Patent No. 6,395,516 B1, 2002.
- [38] Nienow A.W., McLeod G., Hewitt C.J., Studies Supporting the Use of Mechanical Mixing in Large Scale Beer Fermentations, *Biotech. Lett.*, DOI 10.1007/s10529-010-0213-0.
- [39] Hu B., Nienow A.W., Stitt E.H., Pacek A.W., Bubble Sizes in Agitated Water-Hydrophilic Organic Solvents for Heterogeneous Catalytic Reactions, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 46 (2007), 4451–4458.
- [40] Jaworski Z., Pianko-Oprych P., Marchisio D., Nienow A.W., Numerical Modeling of Turbulent Drop Breakage in A Kenics Static Mixer and Comparison with Experimental Data, *Chem. Eng. Res. Des. (Trans. I. Chem. E., Part A)*, 85 (2007), 753–759.
- [41] Barigou M., Chiti F., Pianko-Oprych P., Guida A., Adams L., Fan X., Parker D.J., Nienow A.W., Using Positron Emission Particle Tracking (PEPT) to Study Mixing in Stirred Vessels: Validation and Tackling Unsolved Problems in Opaque Systems, *J. Chem. Eng. Japan*, 42 (2009), 839–846.

Mixing with Chemical Engineers; Szczecin, Poland and World Wide

Rector magnificus!

The Senate of the West Pomeranian University of Technology!

Ladies and gentlemen!

I would like to begin by expressing my deepest thanks for being honoured today with the title, Doctor Honoris Causa, by the West Pomeranian University of Technology following its establishment from the amalgamation of its two distinguished predecessors, the Technical University of Szczecin and the Agricultural Academy of Szczecin. One always doubts whether one is worthy of such high distinction and part of it is always luck, associated with one's gene pool with respect to intelligence and especially longevity. However, given this opportunity, I will try to give my own explanation of the additional reasons that I have been so honoured.

Preamble

As a boy growing up in London during the 2nd world war, I was always curious about the rest of the world. My father was an ex-pat US citizen, though in personality, really more European than the usual easy going 'Yank'. His father had come from Posen (now Poznań) to Milwaukee via a boat from Bremen to Baltimore around 1870. My father had been born in Milwaukee in 1891, the youngest of 4 boys and not long afterwards my grandfather, who was a builder by trade, was killed when kicked in the head by his cart horse. My mother was English by birth, family name Hawthorn, which, it appeared, could be traced back many generations; but she had not travelled at all. As a result, I was fascinated by occasional tales of my US grandfather and of beautiful hot summers and cold snowy winters in Wisconsin. And as my father pointed out and I could only agree with him, we mainly had wet cold summers and wet warm winters in England, the only difference being that the cold summers were warmer than the warm winters! My father had also been in the US Army, serving in the administration at the treaty of Versailles in 1919. He had returned to the US but with a wetted appetite for travel, he returned in 1923 to work in the UK, managing an office for a US company importing leather.

From then until the Great Crash of 1929, he was a rather well-paid, somewhat exotic US bachelor, speaking French and German, living in London and often travelling to the more fashionable resorts of Europe. More tales to arouse my travel interest! As a result of the Crash, the London Office was closed and in order for him to avoid starvation, my parents married in 1932. After that my father never went abroad again and until I was born in 1937, my mother worked at Marshall and Snelgrove's, a rather superior department store in Oxford Street as the sole earner. My father finally became re-employed as a clerk at the Acton Town Hall until he retired in 1956 by which time I was an undergraduate at University College London studying chemical engineering.

By now, I was very keen to see the wide world as my father had. However, I needed a passport; and though I had dual UK/US nationality, because my parents each wanted me to have 'their' passport, I took the easy way out and stuck to spending long summer vacations playing cricket, earning money and getting industrial experience. Finally, in 1958, as a 1st class honours graduate in chemical engineering with the world now open to me, I decided that I so enjoyed cricket that I must stay in England. Since I had also found the 'love of my life', my wife, Helen, I gave up my US citizenship, started to work in London as a graduate trainee for a US contractor, M W Kellogg, designing oil refineries and petrochemical plants, bought a house and in 1959, got married! I was promised travel as part of the job but it did not materialise; nor did I enjoy the work, being often bored. I then joined Alfa Laval, a large Swedish company, again hoping to travel but the furthest I got was Scotland! Again I was bored and after 3 years in industry, I left it for ever, though I have done much consulting!

I started my academic career at a very lowly college, West Ham College of Technology, an adjunct to the University of London; and loved the work. After just over a year on the basis of my industrial and teaching experience, I was offered a lectureship, at that time essentially a job for life, at UCL, my alma mater, one of the leading UK academic institutions. Not having a Ph.D. or any publications, it is impossible to imagine such a thing these days. My appointment was largely facilitated by Dr (later Professor) John Mullin, well known for his classic book on Crystallisation, and as well as lecturing and supervising other Ph.D. students, I worked for one myself under his supervision. Since then, I have always been indebted to him and it is a great shame that he is not here to see me receive this honour as he passed away late last year.

Unfortunately, the first 2 years at UCL were not very satisfying either. The department was very short of funds and it was very hard to do research. However, in 1965, Professor Peter Rowe was appointed to the Ramsay Memorial Chair of Chemical Engineering, founded in 1923, financed by the trust set up after the death of Sir William Ramsey, discoverer of the inert gases. Peter Rowe transformed the department into an academic community where both teaching and research were interesting. He also believed that meeting people from other countries by

travelling and attending conferences was a vital part of one's academic and personal development. Peter Rowe was a world authority on fluidisation and he invited me to begin collaboration with him on certain aspects of the topic in 1967, even before I finished my Ph.D.. All of my academic success since those early years at UCL, I put down to the ethos engendered in me by John Mullin and Peter Rowe

The International Dimension

My first chance to travel abroad was made possible by Peter Rowe, offering me the opportunity to present my Ph.D. work at the Tripartite Conference of Chemical Engineering in Montreal organised by the UK, the US and the Canadians in 1968. He provided sufficient funds (~ £200) that, after careful management, they covered the cost of 4 weeks in North America staying with friends, relations, kindly US academics and an ex-UC undergraduate then working in Montreal, travelling (and some times sleeping overnight) on Greyhound buses (go anywhere for \$99 for a month!). I visited the Universities of Pennsylvania and Wisconsin (where I met Warren Stuart) and Drexel and Purdue Universities (where I met Henry Rushton) in the US; and McGill University and École Polytechnique, Quebec. It was a wonderful experience.

Since then, I have travelled extensively as an academic, satisfying the curiosity that arose from my father's influence. For both their length and uniqueness, some are particularly noteworthy. I spent 4 weeks in Japan in 1972, which opened my eyes to a totally different world culturally, lecturing at many universities and at the Pachec conference in Kyoto. Later, as a JSPS Scholar, I spent January to April 1978 in a very small flat at the University of Hokkaido in Sapporo, the home of the 1972 Winter Olympics. I had to fend for myself and it snowed almost every day until I had 1.75 m outside my window!

Two other trips should be mentioned here. I spent 5 weeks lecturing on mixing and fluidisation in Tianjin, China in 1983 when it was still deep in Mao's form of communism. I also travelled by train through Beijing and Nanjing to Shanghai. Everybody wore Mao suits, there were not any private cars and the main mode of transport was the bike! I was also the Institution of Engineers (Australia) Chemical Colleges Eminent Speaker, 1999, when I was able to lecture at universities in all the State capitals where England plays Australia at cricket. I would have much rather been there as a cricketer!

At the time of writing, I have visited some 36 countries to attend conferences, teach short courses or act as a consultant. In addition, my co-authored papers, which are mainly based on work with my 50+ Ph.D. students and ~ 20 post-doctoral fellows, include co-workers from 30 different countries. So as a result of my academic work, a wish encouraged by my father's stories has been met. Overall, this type of interaction has been both a pleasure and a privilege. It has greatly broadened my horizons, both culturally and professionally. It is one of the most rewarding aspects of a successful academic's life.

My Connections with Szczecin and Poland

Having set out my love of travel and the benefits that I feel it has given me, it seems appropriate here to record my long and very beneficial collaboration with Polish chemical engineering in general and with Technical University of Szczecin, one of the distinguished fore-runners of the West Pomeranian University of Technology, which is honouring me today. It began in 1978 by which time I had become a Senior Lecturer at UCL. In that year, I became the founding Chairman of the Institution of Chemical Engineers Subject Group on Fluid Mixing Processes and the European Federation of Chemical Engineering Working Party on Mixing was also established. I had also been on the Organising Committee of each of the biennial European Mixing Conferences, which began in 1974 (and have been part of the organisation of these Conferences ever since). As a result of all these activities, I met Professors Fryderyk Strek (Technical University of Szczecin) and Ryszard Pohorecki (Warsaw University of Technology), two of the leading figures working on mixing in the chemical engineering community in Poland at that time.

In 1980, I moved to a Chair of Chemical Engineering at the University of Birmingham. Recognising the excellent mixing work done in Poland, when I obtained research grants and found it difficult to obtain high quality staff from the UK, I contacted Professors Strek and Pohorecki for help. As a result, in 1983, Mr (now Dr) Waldemar Bujalski, at that time a junior lecturer in Szczecin, joined me as a Research Associate, obtaining his Ph.D. in 1987. Our first refereed paper together was published in 1985 at a European Mixing Conference and during that meeting, I also invited Professor Strek to Birmingham to where he duly came in that same year. From 1983 until 2004 (when I retired and became Emeritus Professor), Dr Bujalski worked with me as a Research Fellow on various grants, producing some 50 refereed journal papers and about 70 conference publications or presentations.

During the 1988 European Mixing Conference in Pavia, Italy, Dr Bujalski introduced me to Dr (now Professor) Zdzisław Jaworski. Dr Jaworski was anxious to obtain additional quantitative data to validate his theoretical and computational analysis of the flow generated by impellers in stirred vessels. As a result, in 1989, I invited Dr Jaworski to work in Birmingham. As in most cases of this type, we both benefited significantly from this interaction. He improved the effectiveness of the laser Doppler anemometry (LDA) equipment in Birmingham and afterwards it went on to be used for many other projects; and he obtained turbulence data to support his modelling work using equipment which was then not available in Szczecin. This experimental data helped him to complete his Dr Hab. thesis in 1992. The collaboration has continued successfully since then, firstly supported by two grants from UK Research Councils from 1993-2000, one of which also involved Prof Mirosław Wyszynski who came to Birmingham from the Mechanical Engineering Department of Warsaw University of Technology in about 1982.

In 1997, Dr Jaworski was appointed University Professor in Szczecin and from 2000 until now, he has also been an Honorary Senior Research Fellow in

Birmingham. In 1996, a related collaboration in computational fluid dynamics (CFD) began. To help this along, I arranged for the purchase of an Alpha workstation for use in Szczecin. In 1997, a joint British Council / KBN grant for 2 years was obtained, which also enabled a research student to spend time in Birmingham so that (CFD) became an integrated part of our collaboration. The two techniques of LDA and CFD were applied to increase our understanding of stirred reactors and bioreactors containing fluids with different rheological properties, precipitation, liquid-liquid dispersion in static mixers and fast competitive chemical reactions. For the latter work, the multinational company, Syngenta, provided funding for me to visit Szczecin to advise on the project and help supervise another Ph.D. student on some experimental aspects during the period 2002 to 2004. Altogether, our collaboration has led to 30 joint papers in refereed journals or conference proceedings, covering the period 1991 to 2007. Much of this work was summarized in a joint paper and an oral presentation by Professor Jaworski (all in Polish) at a West-Pomeranian Scientific Congress held in Szczecin in December 2005, which I attended, devoted to examples of successful international collaboration.

Other interactions with Szczecin involved a brief visit of Professor Joanna Karcz to Birmingham around 1996 and the employment of Dr Paulina Pianko-Oprych (whom I advised when she was a Ph.D. student with Professor Jaworski) as a Research Fellow from 2005 to 2007. She used the advanced technique of Positron Emission Particle Tracking, uniquely available in Birmingham, for studying mixing in opaque systems. We are now co-authors of 3 refereed papers. Finally, I should mention my many visits to Szczecin over the years when I was treated extremely well and in particular 1997 when I gave an invited lecture. In it, I described the collaborative work with Professors Jaworski and Wyszynski and Dr Bujalski to develop a new wide-blade, high solidity ratio, up-pumping impeller as set out below.

All this activity was kindly recognised by the award of Medal no 441 on 2nd October 2008 from the Rector and Senate of Szczecin University of Technology for 'Special Contributions' as part of its celebrations as it ceased to exist as a separate identity and combined with the Agricultural Academy of Szczecin to form the West Pomeranian University of Technology, which is honouring me today on a wider stage.

One rather unique feature of my collaboration with Dr Bujalski arose because of its longevity. In 2003, some 16 years after he received his Ph.D., his son, Jakub obtained one too, nominally also under my supervision (though, since it was based on CFD, he was mostly supervised by his father and Professor Jaworski!). Not to be outdone, during the period 1983 to 2003, Jakub's mother, Iwona, also a graduate from the Technical University of Szczecin who converted to a 'medical biologist', eventually obtaining a Ph.D. in Birmingham too!

My connection with Warsaw University of Technology has been less direct. When I obtained a Research Grant to work on 'The Fluidised Bed Granulation of Tungsten Carbide' in 1986, funded jointly by the Science and Engineering

Research Council (SERC) and the British Hardmetal Association (BHA), I again approached Polish contacts for the Research Fellow that I needed. As a result, Dr (now Professor) Andrzej Pacek from their Department of Mechanical Engineering joined me. That research led to 7 refereed papers. He subsequently worked with me on Research Grants related to mixing until 1998 and over the total period since his appointment as a Research Fellow and later promotion to Professor, our collaboration has led to over 40 joint refereed journal and conference papers on many different aspects of mixing and fluidisation. One of these, published in 2001, involved collaboration with Professor Jerzy Bałdyga. In it, Professor Bałdyga used data generated in Birmingham on drop sizes in liquid-liquid dispersions to support his theoretical treatment of such systems using intermittency especially in relation to scale-up. In addition to the above, my continuing contacts with Professor Ryszard Pohorecki led to the invitation to contribute a paper entitled “Hydrodynamics of Stirred Bioreactors”, to a special issue, which he edited on “Fluid Mechanics Problems in Biotechnology” in Applied Mechanics Reviews.

The last point I should mention was the invitation to present a Plenary Lecture at the 10th Jubilee Polish Seminar on Mixing and International Workshop, held in Poznań in September, 2005, entitled “Mixing Considerations at the Pilot Plant Stage in Bioreactors”.

My interactions with Polish chemical engineers and chemical engineering have been enormously beneficial to me, including the further honour bestowed on me today. I hope that those that I have worked with feel that they have also benefited too. Many have become close personal friends.

Some Research Highlights

I will now try to outline some of the highlights of my research as I see them. They can realistically be sub-divided into two major topics; namely fluidisation and fluid mixing, both of which have been applied to chemical and biochemical engineering themes. I will also discuss the process engineering of vegetable seeds priming as a rather special example of both basic techniques and the more biological aspects which are susceptible to mixing separately. I will start with fluidisation, the area in which my earliest work made the most rapid progress.

Fluidisation

A fluidised bed essentially consists of a container with solid particles in it. When a liquid or gas passes up through them, there is a pressure drop, which increases with increasing velocity. At low velocities, the particles do not move and it is called a packed bed. At a certain velocity (the minimum fluidisation velocity, U_{mf}), the upward force equals the downward force due to the weight of the particles and they start to move around very like a fluid; and there are many processes that can be better carried out under these conditions compared to when they are motionless. Cat-crackers, in which heavy crude oil is catalytically

broken down into fuel for cars and aeroplanes and other lower molecular weight compounds, are a good example.

In 1967, I began studying beds of two particulate species, differing in either density or size or both, fluidised by air. It was led by Peter Rowe and undertaken by a Nigerian Ph.D. student, Arinze Agbim, who was quite outstanding. Later, he became a director of Mobil Oil in Nigeria, and then worked for the World Bank. The work showed [1,2] that, as with mono-sized particles, they were moved upwards by 'bubbles' (Fig. 1a). However, there was also a net downward flow, segregation, either of larger particles of the same density or of the denser, even if they were smaller (Fig. 1b).

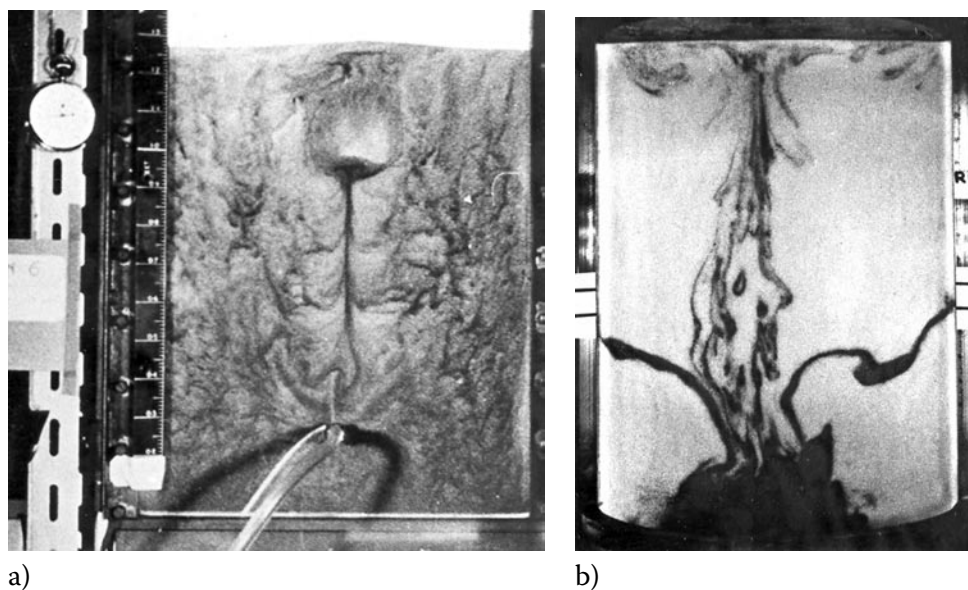
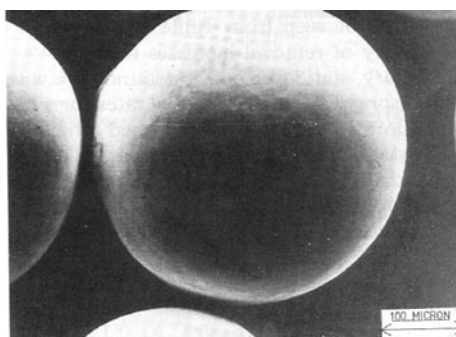
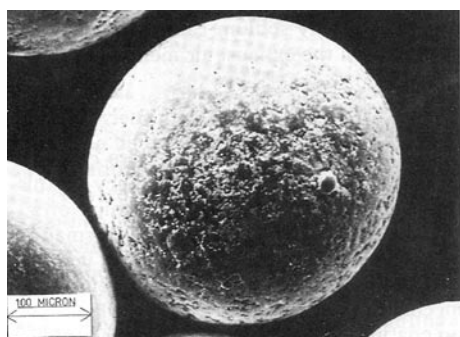


Fig. 1. Mechanisms of particle motion in a fluidised bed of two types of particles of equal U_{mf} but of different size and density (dark particles, copper shot; light particles, glass beads): a) upward motion of copper shot in a bubble wake; b) the net downward motion of a layer of copper shot in a bed of glass beads after the passage of just 5 bubbles) [1]

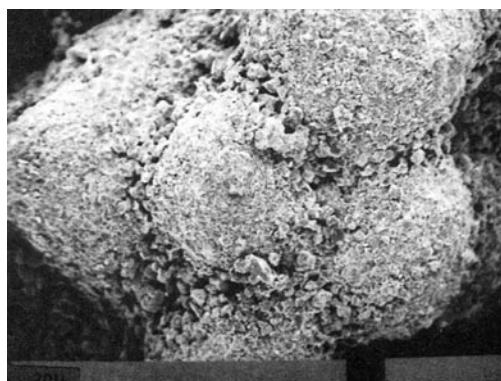
It was often possible, with the same two species, to separate them by using a relatively low air velocity, so that segregation would dominate; or to mix them well with a high velocity. During the 'oil shock' of the early 1970s, these two possibilities were put to extensive use in the development, with the National Coal Board, of the fluidised bed combustion of coal [3]; and solid refuse [4]. With the advent of modern computer literature search techniques, one discovers that references 1 and 2 published in 1972 were each cited 53 times between 1996 and 2010 showing that the work is still relevant today. Much of our extensive work on this topic, which led to 35 journal or conference papers was summarized in a book

chapter [5] in 1985 with Professor Tadatoshi Chiba as my co-author, a long term Japanese collaborator; and this chapter has been cited 217 times.

The other topic takes advantage of the rapid movement of particles caused by the bubbles. This movement allows a solution to be sprayed into the bed and a very thin layer of liquid is deposited on them. If the conditions are correctly chosen, the solvent is rapidly evaporated leaving the solute behind. If the amount of solute is small, it forms a thin layer and the technique is called fluidised bed coating. It is now used extensively in the pharmaceutical industry to give tablet coatings which are, for example, coloured and sweet (to make them more appealing), water-resistant (if the ingredients are hygroscopic) and/or which dissolve at just the right pH in the stomach (for effective delivery of the active ingredient). If the solute is large or the particles in the bed are soluble in the spray, the bed particles themselves stick together and the technique is called fluidised bed granulation. The latter is an important addition to the portfolio of methods available for turning fine particles (often fine and dusty, thus potentially dangerous to handle) into larger ones.



a)



b)

Fig. 2. Examples of products from fluidised bed coating or granulation: a) copper shot before and after coating in polyethylene glycol; b) a granule of tungsten carbide [7]

The basic work [6] was undertaken at UCL by Dr Peter Smith, now a senior lecturer at the University of Lincoln, and this has over 50 citations in the current literature. Subsequently, based on the earlier understanding gained, the technique was applied successfully to the granulation of tungsten carbide as an early step in the manufacture of machine tools [7]. Much of the latter work was conducted by Professor Andrzej Pacek but unfortunately, because it was partially sponsored by the BHA, much of it could not be published. His work also showed how very fine particles could be made to self agglomerate [8], an important technique in the processing of nano-particles, currently a 'hot topic'. Much of this work was subsequently summarised in my plenary lecture to the 6th International Symposium on Agglomeration held in Nagoya in 1993 [9]. Fig. 2a shows an example of a coated particle and Fig. 2b shows tungsten carbide agglomerates.

Around that time, because of the amount of work I was undertaking on fluid mixing, and biochemical engineering, the latter associated with my appointment to a Chair in the topic in 1989, my work in fluidisation ran down and my last paper was published with Professor Pacek in 1997.

The Process Engineering of Vegetable Seeds

When seeds are sown under normal conditions, the time it takes for the seeds to germinate and subsequently become ready for harvesting is very variable. This variation makes efficient commercial harvesting very difficult, especially in greenhouses. The National Vegetable Research Station (NVRS) had developed a method for treating seeds, known as priming, to overcome this problem. Seeds were placed on filter paper soaked in an aqueous solution containing chemicals such as polyethylene glycol (PEG) in which the osmotic pressure depended on the PEG concentration. By controlling the osmotic pressure to an appropriate value, the amount of water that the seeds could imbibe was limited. As a result, though they could start to germinate, germination could not be completed. Immediately, after this treatment, on sowing, all the seeds were 'primed' to germinate synchronously and also grew to be ready for harvesting at essentially the same time. If the seeds were dried so that they could be stored, the seeds maintained their primed condition, though it took about a day longer to germinate and come to harvest. Seeds so treated could be sold at a huge premium to growers and it was desired to scale it up so that kilogram quantities of primed seeds could be produced.

With our knowledge at Birmingham of bioreactors, it was felt that seeds could be primed in bulk in a similar way. Preliminary work by undergraduates showed that they could. On the basis of this, two grants were awarded by the Agricultural and Food Research Council covering the period 1986 to 1992 for a collaboration between myself and NVRS. Dr Bujalski was the post-doctoral fellow on them and led the work extremely effectively. Carrot, leek, parsnip and tomato seeds were all successfully treated in stirred 'bioreactors'. It was established that during the process of priming, the seeds took up oxygen just like other biological species, so

the bioreactors had to be air-sparged. However, onion seeds have a particularly thick seed coat which acts as a barrier to oxygen transfer and enriched air had to be used. This approach gave a sufficiently high level of dissolved oxygen in the PEG for the priming of onion seeds [10]. Enrichment was not required with the other seeds. In addition, using our knowledge of suspending particles by stirring, suitable conditions could be chosen to ensure seeds were processed without damage. Overall, the germination performance of the seeds primed in bulk was the same as that on filter paper.

At NVRS, if the seeds were to be stored, the drying process was kept very slow to prevent heat damage. With our knowledge of fluidisation as a drying technique, it was felt that the time could be reduced. An MSc project, supervised by both Dr Bujalski and Professor Pacek, proved the hypothesis, reducing the time from about 2 days to a few hours [11]. Finally, much protection against pests and bacterial infection could be imparted to the seeds by fluidised bed coating them with an appropriate chemical or biological agent [12]. A flowsheet of all the steps in the process is shown in Fig. 3.

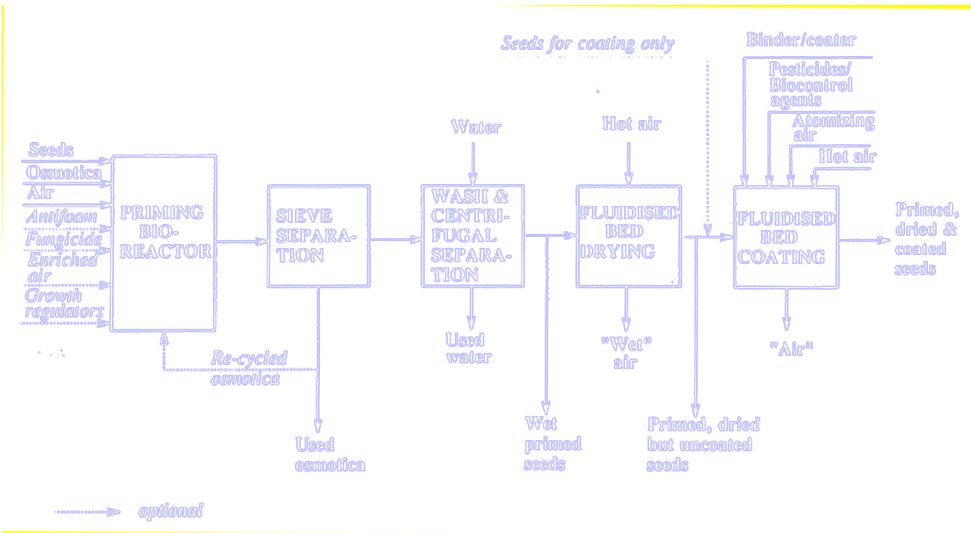


Fig. 3. A flowsheet showing the steps in the process engineering of vegetable seeds [12]

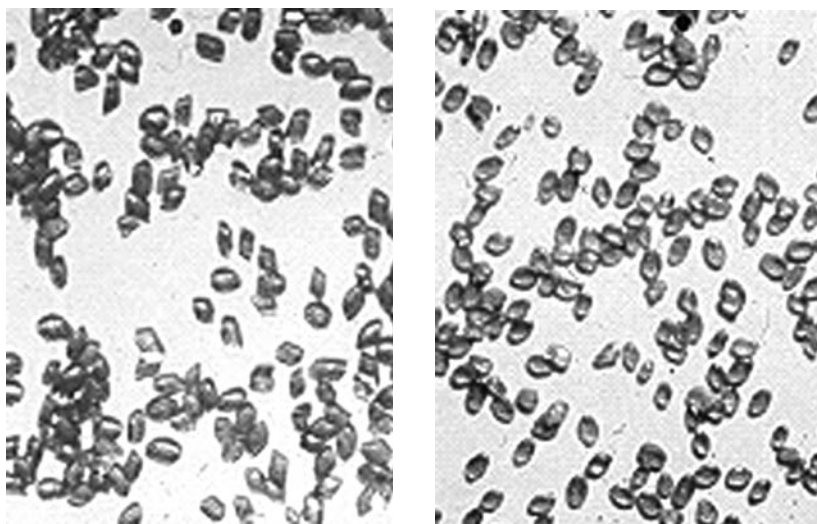
Altogether, some 15 refereed journal papers and about 7 conference publications arose from these two projects and we helped one company use the whole process at the commercial scale.

Mixing

This topic has been my main research activity since I joined UCL in January 1963. For me, mixing has generally meant the stirred or mechanically-agitated vessel. Such mixing equipment is ubiquitous throughout the process industries. My interest in such mixing was aroused when during my undergraduate course, Professor Mullin, as a former-industrial chemist, pointed out that, on the industrial scale, the results often are very different from those in the laboratory! It was further wetted when I came to teach it at West Ham. I obtained a large number of journal papers from the Lightnin' Company, then the world's largest mixer manufacturer based in the USA. Only those of J. Henry Rushton, who was a consultant to Lightnin' and after whom the disc turbine is now named, gave any quantitative information, namely how to calculate the power required to rotate an impeller. However, it was impossible to link this information to what mixing would achieve-the so-called 'process result'. So, given the opportunity to do my Ph.D. with Mullin in 1963 as a colleague and working on crystallisation in an agitated vessel, I jumped at the chance.

Given the extent of the work on mixing with which I have been associated, I will only cover a few selected aspects.

Solid-liquid systems and crystallisation The mixing conditions for achieving efficient crystallisation are similar to those generally required where solid particles are involved in reactions and much of this work was summarised in my chapter in the book of which I am a co-editor, "Mixing in the Process Industries" [13]. The conditions are the speed which just ensures complete suspension of the particles, N_{js} , and my first paper on mixing in 1968 was on that topic [14]. At N_{js} , reaction (crystallisation) rates are close to the maximum whether the reaction step or mass transfer step is controlling. For crystallisation, this condition is particularly beneficial because higher speeds lead to greatly increased rates of secondary nucleation. This phenomenon refers to the production of very tiny crystal nuclei, which leads to a crystalline product of smaller size. Since, in general, large free flowing crystals are desired, such a reduction is undesirable. I was involved in producing two new models of both the main mechanisms that cause this to occur, namely the impact of crystals either on the impeller [15] or on each other [16] (the latter in collaboration with Prof Dino Conti (University of Turin)). Each model showed that the rate increases rapidly with increasing power input from the impeller and in the former case [15], also depends on the probability of impact. An example of crystals with sharp edges and pointed ends before agitation and those that are rounded off and polished after they have been abraded by crystal-crystal impacts is shown in Fig. 4. Interestingly, the theory so developed has also been used to analyse the potential for damage from animal cells grown on $\sim 200\ \mu\text{m}$ microcarriers.



a)

b)

Fig. 4. Photo of ~ 1.5 mm $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ crystals a) before and b) after abrasion by agitation. Note the loss of sharp edges and rounding off of crystals between Fig. 4a and 4b [16]

As suggested already, a critical feature in all mixing studies is the power input and it has been measured accurately in almost of all my work. This recognition led to the development in 1969 of an essentially frictionless air-bearing dynamometer [17]. Using this technique, I have continued to study Njs in collaboration with my ex-Ph.D. student, (now Professor) Shaliza Ibrahim from the University of Malaysia, particularly establishing the impeller-vessel configuration that minimises the specific power input associated with Njs. Interestingly, our most recent joint paper is in 2010, involving suspension in viscous fluids in the presence of a gas flow [18].

Gas-liquid and three phase (gas-solid-liquid) systems From the beginning, I tried to choose operating conditions that would approximate those found in aerobic fermentation processes and took advice from Dr Fyfe Webb who ran the biochemical engineering activity at UCL in the late 1960's. My first student was Dr Derek Wisdom and we decided that there were too many papers giving equations for calculating if the impeller was effectively dispersing the gas without defining clearly the appearance of that state of dispersion. So we draw a series of diagrams (Fig. 5) to define the various conditions that could be observed and those diagrams published in 1977 [19] regularly appear in an almost identical form in book chapters and review articles up to the present day.

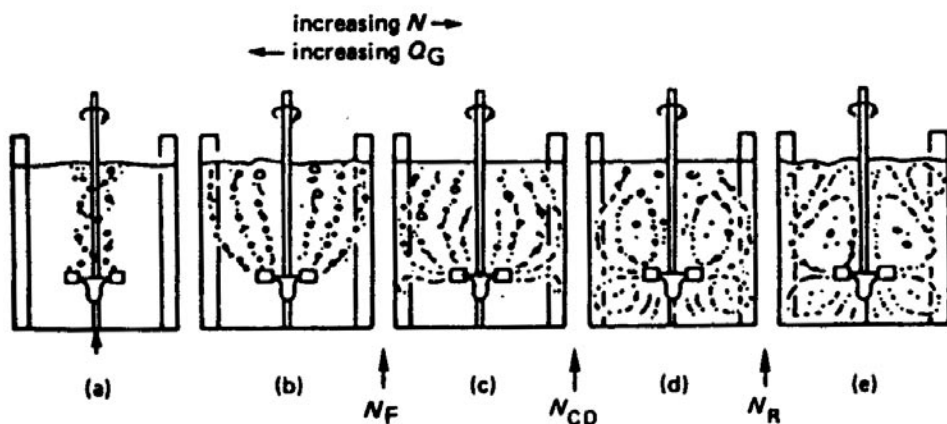


Fig. 5. The states of gas dispersion in an agitated reactor; a) and b) flooded; c–e); loaded with d) showing complete spatial dispersion of bubbles and e) significant bubble recirculation [19]

We also started investigating simulated viscous fermentation broths with Tate and Lyle, which in 1978 led to another long-term collaboration with Dr Vacek Machon from Prague Institute of Chemical Technology being established.

In much of this work, I had long-term industrial collaborators, including Dr Art Etchells (Du Pont) and Dr Barry Buckland (Merck) in the US; and in the UK, Drs John Middleton and Mike Cooke of ICI. The latter, along with my Ph.D. student, Colin Chapman (who is now a senior manager with BP) and I were awarded the Moulton Medal for the best paper published by the Institution of Chemical Engineers in 1983. In it, the concept of up-pumping impellers was first introduced for both gas-liquid and 3-phase systems; and this topic has continued to be a strong theme in my work. Other collaborators on this topic included Dr Bujalski (for his Ph.D.) and Professor Mikio Konno from Japan, both around 1985 to 1988. Subsequently, in 1992, a major project was started with APV Ltd, a UK mixer manufacturer, led by Jack McKemmie, with collaboration in Birmingham with Professor Wyszynski. The project, funded by the Biotechnology and Biological Research Council (BBSRC) provided financial support for Dr Gul Ozcan-Taskin (Turkey) and Professor Jaworski as Research Fellows. An up-pumping, wide blade, high-solidity ratio hydrofoil impeller was developed (Fig. 6) and a patent obtained. Further Ph.D. work by Dr Danawati Hari-Prajitno (Indonesia) was supervised by Dr Bujalski and the benefits of such impellers for this application and a range of other mixing applications have been summarised recently [20].



Fig. 6. A high solidity ratio, wide blade up-pumping hydrofoil impeller developed for two-phase (G-L) and three-phase (G-S-L) systems [20]

Our work benefitted enormously from the scale at which much of it was undertaken (vessels up to 0.75 m diameter and 1.5 m working height) and from the use of strain gauging to measure torque and hence power input, including the separate contribution of each in dual impeller systems. Nevertheless, perhaps because it is counter-intuitive, it took about 20 years from the first papers on up-pumping impellers to appear until industry recognised the advantages that they bring. Such impellers are now one of the two favoured impellers in industry for gas-liquid reactors and fermenters, especially in the US, for these mixing duties.

Beginning in about 1996, Professor Pacek and I began studying bubble break-up and coalescence in stirred aqueous solutions, in particular, how the relative rate of those two processes impact on bubble size and indeed the 'process result'. We used a technique developed by him based on a stereo microscope with a video camera attached and a strobe light in the reactor flashing at the framing rate of the camera [21]. It was originally developed in 1994 to study liquid-liquid dispersions as discussed later but proved invaluable for studying the structure and dynamics of complex systems up to 4-phases even under intense agitation conditions (Fig. 7) [22].

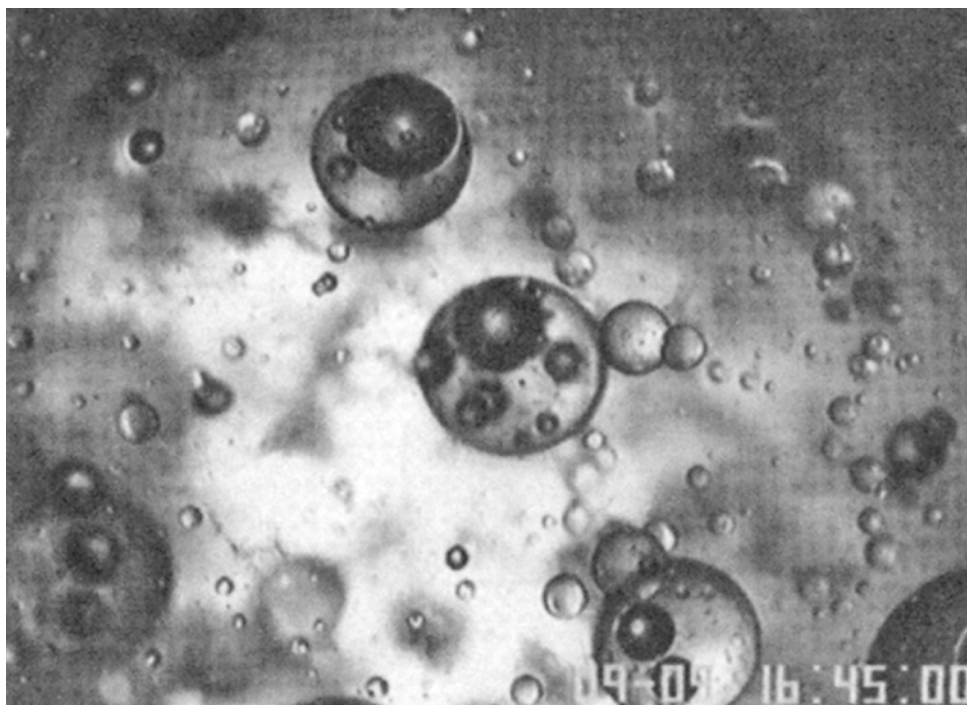


Fig. 7. Four-phase structures in which mycelia (fuzzy structures), oil drops (light circles) and air bubbles (very dark circles) can be seen (actual height of image ~3.7 mm) [22]

As examples of the conclusions that could be drawn from this type of work, I will choose two studies undertaken by Dr Binjie Hu from China. Firstly, in work sponsored by Unilever in 1993, she showed that, though a food surfactant can totally stabilise bubble dispersions in food products during storage by preventing coalescence, under the action of turbulent stresses associated with agitation during production, it is only reduced [23]. Secondly, heterogeneous catalytic hydrogenation was studied, partially sponsored by Johnson Matthey and led by Dr Hugh Stitt. It was found that by choosing a suitable concentration of water and organic as solvent for the reacting species, smaller bubble sizes are obtained, thereby enhancing mass transfer of hydrogen and maximising the overall rate of reaction [24].

Liquid-liquid systems Such systems occur when oil and aqueous phases are mixed. Examples are everywhere in everyday life; salad cream, face creams, pharmaceutical emulsions, road bitumen, etc. They can exist with the oil phase dispersed in the aqueous or vice-versa; and they may be switched intentionally during processing in order to make a desired product (low-fat food spreads are an example); or it may happen unintentionally, so that the desired product is not produced. This switch is called phase inversion and is very poorly understood. Thus, it is difficult to control. In 1986, Dr Keith Carpenter led an ICI-sponsored project on phase inversion. It was initially undertaken by Dr Andrew Gilchrist but

sadly he died not long after it commenced and Professor Pacek took over as the Research Fellow on the grant. It was during this project that the video technique mentioned above was developed. Inter-alia, the technique clearly showed that even without any surfactants, when water was dispersed, droplets of oil formed inside them; and the opposite structure was not observed (Fig. 8). This observation explained why the concentration in water-in-oil systems at which phase inversion occurs is generally lower compared to the case of oil-in-water [25].

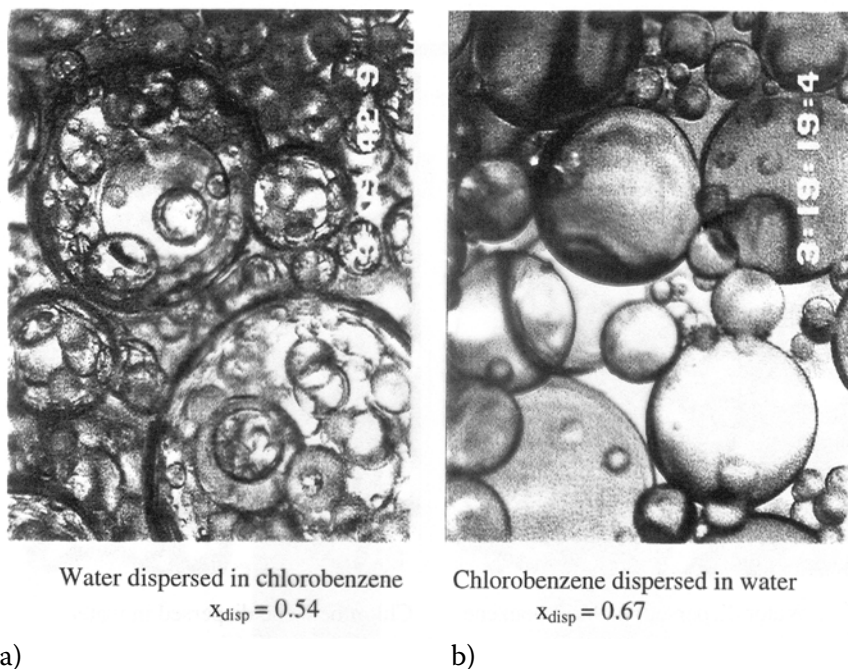


Fig. 8. Different types of liquid-liquid dispersion: a) a complex water-in-oil dispersion showing droplets of oil in the drops of water; b) a simple oil-in-water dispersion [25]

In collaboration with the mixer manufacturer's, Chemineer, the technique was also used to show that the long standing belief that the 'high shear', radial flow impeller, the Rushton turbine, gave smaller drops than low shear, hydrofoil impellers (26), was actually incorrect; and that the latter impellers would be better for producing dispersions and emulsions.

A number of particularly interesting applications of the technique increased understanding of the processing of low fat (by phase inversion) [27] and zero fat [28] food products, supported by Unilever for 6 years. The latter product is a dispersion of two aqueous phases and the technique allowed their unique structure to be clarified and their very low interfacial tension measured.

Homogenisation and reaction (macro- and micromixing). Many mixing applications require the contents of a tank to be blended to a given degree of homogeneity; for example, in oil storage, beverage dispense, etc. Traditionally, since the 1950s, axial flow impellers with a high ratio of flow number to power number have been considered the most efficient for such ‘macromixing’ duties. However, in the early 1990s, experimental work at the Fluid Mixing Processes Industrial Consortium in the UK and from my group in Birmingham suggested that, for single impellers, all impellers were equally effective. In 1997, I published a paper giving a theoretical basis for this finding [29], which has now been cited 80 times.

In many cases, it is not the precise time that is important but the time for mixing compared to the time of reaction. For very fast reactions, the point of addition of the reactant to minimise the local micromixing time should be very close to the impeller discharge where the local rate of specific energy dissipation is very high. In work sponsored by Huntsman Polyurethanes, Belgium, led by Dr Archie Eaglesham, the idea of addition through a pipe rotating with the impeller to always maintain the optimum location was tested and shown to give an 8-fold reduction in unwanted by-product [30].

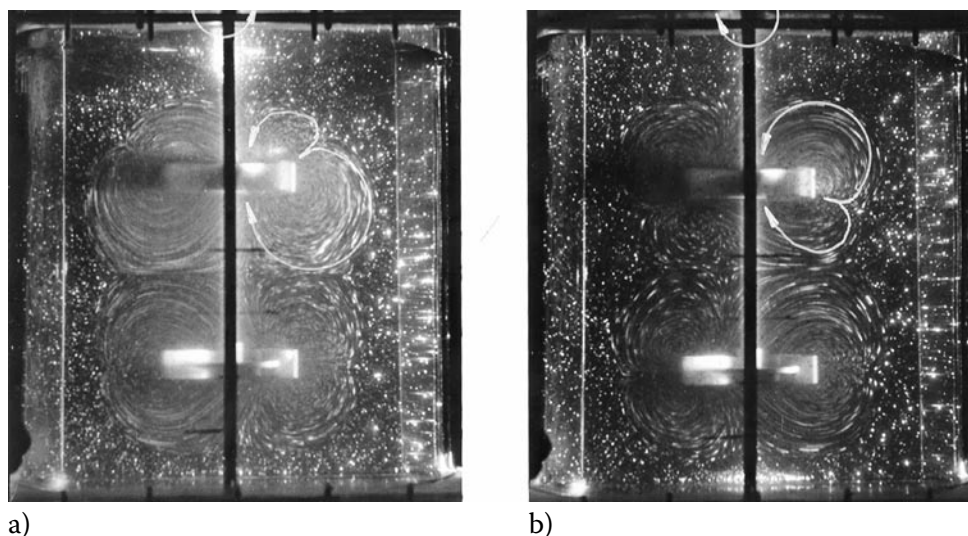


Fig. 9. Streak photos showing caverns in a Carbopol solution exhibiting a yield stress: a) a radial flow Rushton turbine with an up-pumping pitched blade turbine above it; b) a Rushton turbine with a down-pumping pitched blade turbine above it [31]

When fluids get very viscous they often become non-Newtonian; and food products such as tomato ketchup and salad cream are good examples. Often, they have a yield stress and you have to shake them hard to get them out of the bottle! Addition of ‘viscosifiers’ is critical in controlling the flow properties, especially the yield stress, which has to be overcome if the fluid is to move. A very common

additive is Xanthan gum, made by fermentation and in collaboration with Dr Tim Elson whilst I was still at UCL, work by a Ph.D. student, Jeff Solomon funded by Tate and Lyle, showed that when such gum solutions are stirred, often only the region around the impeller moves [31]. This region has been called a 'cavern' (Fig. 9) and we published a theoretical equation for determining its size.

That equation has been regularly used by industry since then to determine the agitation conditions which ensure complete motion in a wide range of materials such as sewage sludge, cosmetics, paper pulp, mycelial and polysaccharide fermentations, etc. Interestingly, later, in collaboration with Professors Jaworski and Pacek, it was shown that, in fact, there is extremely slow motion of material outside the cavern ($8 \mu\text{m/s}$); but the external and internal flow never mix [32].

Mixing in Bioprocessing

My first paper on bioprocessing was published in 1976. It came from a collaboration with Dr (later Professor) Peter Dunnill at UCL and a jointly-supervised Ph.D. student, Colin Thomas. Colin later became a professorial colleague and long term collaborator at Birmingham. We addressed the question whether mechanical stresses associated with agitation (often loosely called 'shear'), were able to damage enzymes. The work was able to show conclusively that such stresses alone do not cause damage [33]; though the agitation may indirectly do so by, for example, ingesting bubbles, since gas-liquid interfaces readily denature proteins. This paper was referred to in 2009 in a paper in Biotechnology and Bioengineering as a 'classic'. It has been cited 65 times.

Since then, Colin and I have also worked on shear-related questions concerning mycelial fermentations and animal cells. Our work on animal cells began in 1985 in collaboration with Unilever. They were producing monoclonal antibodies for use in pregnancy testing kits and wanted to operate the process at the commercial scale. By the mid-1990s, in addition to Colin and me, our team consisted of Mr Nick Emery and Professor Mohammed Al-Rubeai in Chemical Engineering and Professor John Blake in Mathematics, probably the largest academic group in the world. It had been anticipated that, as such cells do not have a cell wall, they would easily be damaged. However, by measuring the mechanical strength of animal cells by micromanipulation and suitable modelling, we established that they could withstand much higher agitation intensities than those required to meet the oxygen transfer requirements and that the damage due to cells in the proximity of bursting bubbles was a greater cause for concern. The surfactant Pluronic F68 was able to prevent damage, inter alia, by preventing cell attachment to bubbles. All this work was summarised in a review article [34] in 2006, which has already been cited 20 times.

When in 1989, I became Professor of Biochemical Engineering and Director of the SERC Centre for Biochemical Engineering with government funding of about £3 million, a major topic for the Centre was the study of damage to mycelia.

Professor Thomas developed special image analysis techniques for such work and we studied *Penicillium chrysogenum* and *Aspergillus oryzae*. The latter work was also supported by Novozymes, Denmark. It was established that most of the mycelia was in the form of clumps (Fig. 10) and that increasing agitation intensity led to a decrease in mean clump size.

Surprisingly, as with the work on drop break-up, traditionally so-called ‘high shear’ Rushton turbine impellers gave a smaller reduction in clump size than ‘low shear’ hydrofoils; and the decrease was less on scale-up. Also, most interestingly, during fed-batch culture, the ‘damage’ led to a loss of productivity with *P. chrysogenum* but not with *A. oryzae* [35]. The work was mainly undertaken by Drs Peter Justen from Germany and Ashraf Amanullah from India and has been heavily cited.

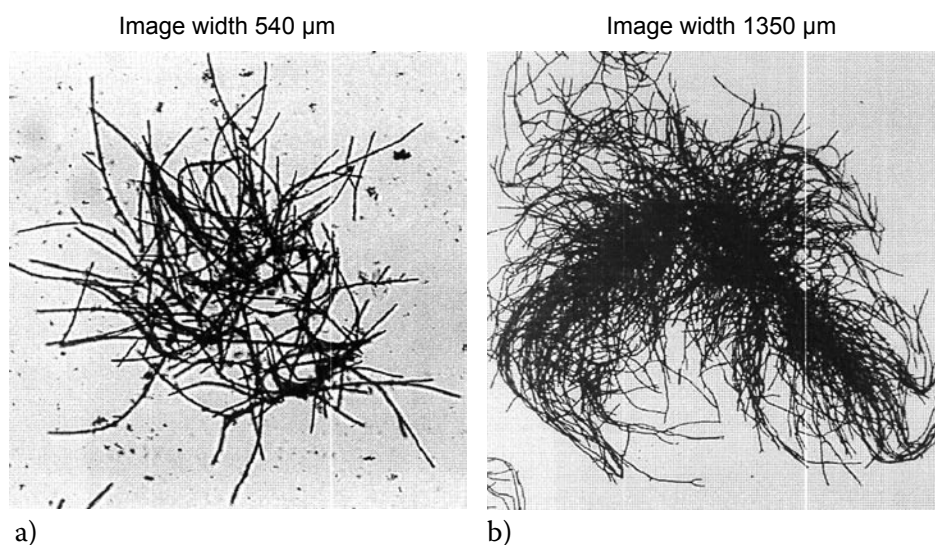


Fig. 10. Images of clumps of a) *Penicillium chrysogenum* and b) *Aspergillus oryzae* [35]

Surprisingly, as with the work on drop break-up, traditionally so-called ‘high shear’ Rushton turbine impellers gave a smaller reduction in clump size than ‘low shear’ hydrofoils; and the decrease was less on scale-up. Also, most interestingly, during fed-batch culture, the ‘damage’ led to a loss of productivity with *P. chrysogenum* but not with *A. oryzae* [35]. The work was mainly undertaken by Drs Peter Justen from Germany and Ashraf Amanullah from India and has been heavily cited.

In 1996, I was invited to join an EC Framework IV Project entitled, “Bioprocess scale-up strategy based on integration of microbial physiology and fluid dynamics”, led by Professor Olle Enfors from Royal Institute of Technology, Stockholm. I was fortunate to have Dr (now Professor) Chris Hewitt join me as a Research Fellow.

He quickly established microbial flow cytometry as a means of understanding better the impact of mixing (mechanical stresses and lack of homogeneity on scale-up) on wild and recombinant *E. coli* and other bacteria. It showed that, again, mechanical stresses did not cause changes in metabolism; but loss of homogeneity with respect to dissolved oxygen, pH and nutrients in fed-batch fermentations caused major differences. Within the EC project, data from a 20 m³ industrial fermenter was measured and it was therefore possible to validate laboratory scale-down tests against them [36].

I will mention two other 'shear damage' projects. One concerns the alkaline lysis of *E. coli* cells to extract plasmids for gene therapy. There is copious literature suggesting that this process has to be undertaken with very gentle agitation. However, in collaboration with Tony Hitchcock of Cobra Biomanufacturing, UK, Dr Saedthwart Chamsart from Thailand established that quite intense agitation could be used if the correct alkali and acid feed strategies were adopted. A patent was obtained [37] along with successful lysis commercially up to the 60L scale. There is a similar, very longstanding concern in industry that stirring will 'bruise' yeast during beer fermentation. Recently, by means of flow cytometry and scale-down models similar to those used earlier with *E. coli*, Professor Hewitt and I have clearly shown that damage does not occur; and that, as a result of stirring, the batch brewing time becomes much more reproducible and shorter by about 15 to 20%. Such an approach is now being introduced in industry in beer fermenters up to about 500 m³ [38].

Computational Fluid Dynamics (CFD)

Though I am the co-author of some 20 papers in journals and conference proceedings, almost all with Professor Jaworski as the lead author, my input has largely been confined to trying to ensure that the best possible experimental data are available for validation and to help produce a realistic discussion comparing these data to the CFD predictions. I am somewhat surprised how slow the increase in the use of CFD has been, especially for turbulent, highly swirling, multi-phase flows as commonly found in mixing applications. Of course, much of the problem lies in the lack of physical understanding [39]. It is also a difficult area to assess because 'pretty pictures' can nearly always be obtained even by inexperienced users, who are also often inexperienced practitioners and so do not know that their pretty pictures are wrong! Also, even if 'good' agreement is obtained between CFD predictions and some experimental data, there may also be some conflicting results in the literature [40]. How does one establish which is correct? Sometimes, literature experimental data has not been obtained in a way that allows effective comparison. Finally, even if a leader in the field such as for example Professor Jaworski obtains an excellent solution and publishes it, how can anyone else make direct use of that paper to produce a solution to their specific problem? It is a real dilemma!

Conclusions

I have tried to show the range of topics on which I have worked and how they cover many different parts of the process industries; also how new experimental techniques enable new insights into old problems. My most recent work has been with Professor Mostafa Barigou at Birmingham with a big group of co-workers using positron emission particle tracking (PEPT) to 'visualise' flows in opaque systems. The technique provides information never available before for such cases [41]. It is also being used for studying fluidisation. In both cases, it shows that though much work has been done, it is a mere drop in the ocean in relation to these two process engineering techniques for which solutions are still needed commercially.

I hope that I have also shown how dependent I have been on collaboration with colleagues from the UK and abroad. I would like to conclude by thanking those who have helped me both within and outside of my professional life. Firstly, in addition to those who have been mentioned or whose work has been referenced, I would also like to thank all the other BSc, MSc and Ph.D. students, Research Fellows, academics and industrial collaborators from all over the world who have helped in ways too numerous to mention; and also for their friendship and especially for making it interesting and fun. Most importantly, technical support has always been a critical feature for research like mine, which is largely experimental. Secondly, therefore, though again many have been involved, I would like to thank in particular Don Montgomery, Hugh McGillivray and David Cheeseman from UCL; and Bob Badham, Bob Sharpe, Sid Chatwin, Tom Eddlestone and Hazel Jennings from Birmingham.

Finally, I would like to thank my wife, Helen, and my children, Fiona, Gary and Peter for their forbearance; and their partners and my grandchildren, who probably don't really know what to make of an old academic anyway!

And thank you again to the West Pomeranian University of Technology, Szczecin for this great honour.

References

- [1] P.N. Rowe, A.W. Nienow and A.J. Agbim, „The Mechanisms by which Particles Segregate in Gas-Fluidised Beds - Binary Systems of Near-Spherical Particles”, *Trans. Instn. Chem. Engrs.*, 50, (1972), 310–323.
- [2] P.N. Rowe, A.W. Nienow and A.J. Agbim, „A Preliminary Quantitative Study of Particle Segregation in Gas Fluidised Beds – Binary Systems of Near-Spherical Particles ”, *Trans. Instn. Chem. Engrs.*, 50, (1972), 324–333.
- [3] W.G. Kaye, J. Highley, T. Chiba, A.W. Nienow and P.N. Rowe, „The Application of Fluidised Combustion to Industrial Boilers and Furnaces” (with), *Proc. of Inst. of Fuel Fluidised Combustion Conference, Inst. of Fuel, London, Vol.1 (1975), B3-1 to B3-12.*
- [4] P.N. Rowe and A.W. Nienow, „Fluidised Bed Mixing, Segregation and Combustion in Solid Refuse Treatment”, *Proc. of First Int. Symp. on Materials and Energy from Refuse, Antwerp, 1976. Antwerp: Tech. Inst. – K.VIV, 1976, 131–142.*
- [5] A.W. Nienow and T. Chiba, „Fluidisation of Dissimilar Materials”, in „Fluidisation” Ch.10, 2nd Ed. (J.F. Davidson, R. Clift, D. Harrison, Eds.), Academic Press, London, (1985), 357–382.
- [6] P.G. Smith and A.W. Nienow, „Particle Growth Mechanisms in Fluidised Bed Granulation: Parts I and 2”, *Chem. Eng. Sci.* 38, (1983), 1223–1240.
- [7] A.W. Pacek and A.W. Nienow, „Fluidised Bed Granulation of Tungsten Carbide from Powder”, *Proc. 5th Int. Symp. on Agglomeration, Brighton, U.K., I. Chem. E., Rugby, U.K., 1989, 151–160.*
- [8] A.W. Pacek and A.W. Nienow, „Fluidisation of Fine and Very Dense Hardmetal Powders”, *Powder Tech.*, 60, (1990), 145–158.
- [9] A.W. Nienow, „Fluidised Bed Granulation and Coating: Applications to Materials, Agriculture and Biotechnology”, *Chem. Eng. Comm.*, 139, (1995), 233–253.
- [10] W. Bujalski, A.W. Nienow and D. Gray, „Establishing the Large Scale Osmotic Priming of Onion Seeds by Using Enriched Air”, *Ann. Appl. Biol.*, 115, (1989), 171–176.
- [11] G. Talavera-Williams, A.W. Pacek, W. Bujalski and A.W. Nienow, „A Feasibility Study of the Bulk Priming and Drying of Tomato Seeds”, *Food Bioprod. Proc. (Trans. I. Chem. E., Part C.)*, 69, (1991), 134–144.
- [12] W. Bujalski, R.B. Maude, D.R. Gray and A.W. Nienow, „The Process Engineering of Vegetable Seeds: Priming Drying and Coating”. In: “Bioproducts Processing; Technologies for the Tropics”, *I. Chem. E. Symp. Series, No.137, 1994, 203–207.*
- [13] A.W. Nienow, „The Mixer as a Reactor – Liquid/Solid Systems”. In: „Mixing in the Process Industries”, 2nd Edition (paperback revision), (Editors, N. Harnby, M.F. Edwards and A.W. Nienow), Butterworth Heinemann, London, Chapter 17, (1997), 394–411.
- [14] A.W. Nienow, „Suspension of Solid Particles in Turbine Agitated Baffled Vessels”, *Chem. Eng. Sci.*, 23, (1968), 1453–1459.
- [15] A.W. Nienow, “The Effect of Agitation and Scale-up on Crystal Growth Rates and Secondary Nucleation”, *Trans. I. Chem. E.* 54 (1976), 205–207.

- [16] A.W. Nienow and R. Conti, „Particle Abrasion at High Solids Concentration in Stirred Vessels”, *Chem. Eng. Sci.*, 33, (1978), 1077–1086.
- [17] A.W. Nienow and D. Miles, „A Dynamometer for the Accurate Measurement of Mixing Torque”, *J. Sci. Inst.*, 2, Series 2 (1969), 994–995.
- [18] S. Ibrahim and A.W. Nienow, „The Effect of Viscosity on Particle Suspension in an Aerated Stirred Vessel with Different Impellers and Bases”, *Chem. Eng. Comm.*, 197, (2010), 434–454.
- [19] A.W. Nienow, D.J. Wisdom and J.C. Middleton, „The Effect of Scale and Geometry on Flooding, Recirculation and Power in Gassed, Stirred Vessels”, *Proc. 2nd European Conf. on Mixing*, Cambridge, 1977; BHRA Fluid Engineering, Cranfield, 1978, pp F1-1-F1-16 and X53-X55.
- [20] A.W. Nienow and W. Bujalski, „The Versatility of Up-Pumping Hydrofoil Agitators”, *Chem. Eng. Res. Des. (Trans. I. Chem. E, Part A)*, 82, (2004), 1073–1081.
- [21] A.W. Pacek, I.P.T. Moore, A.W. Nienow and R.V. Calabrese, „A Video Technique for the Measurement of the Dynamics of Liquid-Liquid Dispersion During Phase Inversion”, *A.I.Ch.E.J.*, 40, (1994), 1940–1949.
- [22] E. Galindo, A.W. Pacek and A.W. Nienow, „Study of Drop and Bubble Sizes in a Simulated Mycelial Fermentation Broth of Up to Four Phases”, *Biotechnol. Bioeng.* 69, (2000), 213–221.
- [23] B. Hu, A.W. Pacek and A.W. Nienow, „The Effect of Sodium Caseinate Concentration and Processing Conditions on Bubble Sizes and their Break-up and Coalescence in Turbulent, Batch Air/Aqueous Dispersions at Atmospheric and Elevated Pressures”, *Colloids and Surfaces, B: Biointerfaces*, 31, 2003, 3–11.
- [24] B. Hu, R.P. Fishwick, A.W. Pacek, J.M. Winterbottom, J. Wood, E.H. Stitt and A.W. Nienow, „Simultaneous Measurement of In-situ Bubble Size and Reaction Rates with a Heterogeneous Catalytic Hydrogenation Reaction” *Chem. Eng. Sci.* 62, (2007), 5392–5396.
- [25] A.W. Pacek, I.P.T. Moore and A.W. Nienow, „On the Structure of Turbulent Liquid-Liquid Dispersed Flows in an Agitated Vessel”, *Chem. Eng. Sci.*, 49, (1994), 3485–3498.
- [26] A.W. Pacek, S. Chamsart, A. Bakker and A.W. Nienow, „The Influence of Impeller Type on Mean Drop Size and Drop Size Distribution in an Agitated Vessel”, *Chem. Eng. Sci.*, 54, (1999), 4211–4222.
- [27] A.W. Pacek, A.J. Nixon, R. Franklin and A.W. Nienow, „Impact of Fine Particles and Their Wettability on Coalescence and Phase Inversion in Sunflower Oil + Water Systems”, „*Food Colloids, Biopolymers and Materials*” (eds E. Dickinson and T. van Vliet), Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 2003, 145–155.
- [28] A.W. Pacek, P. Ding and A.W. Nienow, „The Effects of Volume Fraction and Impeller Speed on the Structure and Drop Size in Aqueous-Aqueous Dispersions”, *Chem. Eng. Sci.*, 56, (2001), 3247–3255.
- [29] A.W. Nienow, „On Impeller Circulation and Mixing Effectiveness in the Turbulent Flow Regime”, *Chem. Eng. Sci.*, 52, (1997), 2557–2565.

- [30] M. Assirelli, W. Bujalski, A. Eaglesham and A.W. Nienow, „Intensifying Micromixing in a Semi-Batch Reactor Using a Rushton Turbine”, *Chem. Eng. Sci.*, 60, (2005), 2333–2339.
- [31] J. Solomon, T.P. Elson, A.W. Nienow and G.W. Pace, „Cavern Sizes in Agitated Fluids with a Yield Stress”, *Chem. Eng. Comm.* 11, (1981), 143–164.
- [32] Z. Jaworski, A.W. Pacek and A.W. Nienow, „On the Flow Close to Cavern Boundaries in Yield Stress Fluids”, *Chem. Eng. Sci.*, 49, (1994), 3321–3324.
- [33] C.R. Thomas, A.W. Nienow and P. Dunnill, „The Action of Shear on Enzymes: Studies with Alcohol Dehydrogenase”, *Biotech. Bioeng.*, 21, (1979), 2263–2278.
- [34] A.W. Nienow, „Reactor Engineering in Large Scale Animal Cell Culture”, *Cytotechnology*, 50, (2006), 9–33.
- [35] A. Amanullah, P. Justen, A. Davis, G.C. Paul, A.W. Nienow and C.R. Thomas, „Agitation-Induced Mycelial Fragmentation of *Aspergillus oryzae* and *Penicillium chrysogenum*”, *Biochem. Eng. J.*, 5, (2000), 109–114.
- [36] J. Hewitt and A.W. Nienow, „The Scale-Up of Microbial Batch and Fed-Batch Fermentation Processes”, *Adv. in Applied Microbiology*, 62, (2007), 105–136.
- [37] A.W. Nienow, A.G. Hitchcock and G.L. Riley, „A Vessel for Mixing a Cell Lysate”, U.S. Patent No. 6,395,516 B1, 2002.
- [38] A.W. Nienow, G. McLeod and C.J. Hewitt, „Studies Supporting the Use of Mechanical Mixing in Large Scale Beer Fermentations”, *Biotech. Lett.*, DOI 10.1007/s10529-010-0213-0.
- [39] B. Hu, A.W. Nienow, E.H. Stitt and A.W. Pacek, „Bubble Sizes in Agitated Water-Hydrophilic Organic Solvents for Heterogeneous Catalytic Reactions”, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 46, (2007), 4451–4458
- [40] Z. Jaworski, P. Pianko-Oprych, D. Marchisio and A.W. Nienow, „Numerical Modelling of Turbulent Drop Breakage in A Kenics Static Mixer and Comparison with Experimental Data”, *Chem. Eng. Res. Des. (Trans. I. Chem. E., Part A)*, 85, (2007), 753–759.
- [41] M. Barigou, F. Chiti, P. Pianko-Oprych, A. Guida, L. Adams, X. Fan, D.J. Parker and A.W. Nienow, „Using Positron Emission Particle Tracking (PEPT) to Study Mixing in Stirred Vessels: Validation and Tackling Unsolved Problems in Opaque Systems”, *J. Chem. Eng. Japan*, 42, (2009), 839–846.

Profesor Alvin William Nienow urodził się 19 czerwca 1937 roku w Londynie (UK). Szkołę średnią, St Clement Danes Holbom Estate Grammar School, ukończył w 1955 roku, otrzymując główną nagrodę hrabstwa. W roku 1958 ukończył z wyróżnieniem studia w University College London, uzyskując tytuł inżyniera chemika. W latach 1958–1961 pracował w przemyśle – w firmach Kellog International Corporation (do 1960 roku) oraz Alfa-Laval w Londynie (w latach 1960–1961).

W roku 1968, po przedłożeniu rozprawy doktorskiej pod tytułem „Rozpuszczanie ciała stałego w cieczy w zbiorniku z miesadłem turbinowym”, otrzymał stopień doktora (Ph.D.) na University of London. Stopień doktora habilitowanego (DSc) uzyskał na tej samej uczelni po przedstawieniu w 1980 roku pracy zatytułowanej „Mieszanie, wymiana masy i fluidyzacja gazowa”.

W roku 1980 rozpoczął pracę na stanowisku profesora na Wydziale Inżynierii Chemicznej Uniwersytetu Birmingham, z którym związał swoją dalszą działalność naukowo-badawczą, dydaktyczną i organizacyjną. W latach 1989–1999 był również dyrektorem Centrum Inżynierii Biochemicznej Uniwersytetu Birmingham. W roku 2005 Profesor A.W. Nienow przeszedł na emeryturę, jednak wciąż jest aktywny naukowo, obecnie jako emerytowany profesor Uniwersytetu Birmingham.

Dominującym obszarem zainteresowań i badań naukowych Profesora Nienowa są procesy mieszania, szczególnie te z nich, które zachodzą w bioreaktorach. Prowadził ponad siedemdziesiąt projektów badawczych, finansowanych w większości przez przemysł chemiczny i biotechnologiczny. W dziedzinie mieszania jest niekwestionowanym ekspertem i autorytetem o wymiarze międzynarodowym. Ponadto zajmował się fluidyzacją i reologią. Zasadniczymi obszarami Jego zainteresowań naukowych są hydrodynamika układów wielofazowych i szeroko rozumiana inżynieria biochemiczna. O pozycji naukowej Profesora A.W. Nienowa świadczy Jego olbrzymi publikowany dorobek naukowy, na który składają się: dwie monografie („Mixing in the Process Industries” i „Biochemical Engineering Principles”), dwanaście rozdziałów w książkach o mieszanii, trzy rozdziały w książkach o fluidyzacji i trzy rozdziały w monografiach z inżynierii biochemicznej oraz ponad pięćset prac

w czasopismach naukowych o obiegu światowym, a także niezliczona liczba referatów i wykładów na konferencjach i zjazdach naukowych.

Członkostwo Profesora A.W. Nienowa w licznych konsorcjach, fundacjach i radach naukowych, takich jak: Institution of Chemical Engineers, Royal Academy of Engineering, British Society of Rheology, American Institute of Chemical Engineering, Agricultural and Food Research Council, European Federation of Biotechnology (Working Party of Bioreactors), European Federation of Chemical Engineers (Working Party of Fluid Mixing), oraz w komitetach redakcyjnych takich czasopism, jak: „Powder Technology”, „Canadian Journal of Chemical Engineering”, „Trends in Biotechnology”, „Indian Chemical Engineer”, „Journal of Chemical Engineering of Japan”, „Chemical Engineering Communications”, „High Temperature Materials and Processes” oraz „Biotechnology and Bioengineering”, dobitnie świadczy o światowym uznaniu Jego pozycji naukowej w dyscyplinie inżynieria chemiczna i procesowa.

Profesor Alvin William Nienow uzyskał wiele honorowych tytułów i odznaczeń, między innymi jest honorowym profesorem dwóch chińskich uczelni (Tianjin University i Sichuan Union University). Został odznaczony „The Mul-ton Medal” i „The Donald Medal” przez Institution of Chemical Engineers (UK), a także Medalem Jana Purkyněgo przez Akademię Nauk Republiki Czeskiej i medalem „Za Specjalne Zasługi dla Politechniki Szczecińskiej”. Ma też wiele innych nagród i wyróżnień.

Profesor A.W. Nienow w toku swojej kariery akademickiej aktywnie uczestniczył w procesie dydaktyczno-wychowawczym. Prowadził wykłady jeszcze jako pracownik West Ham College of Technology (obecnie University of East London) i University College London, potem jako profesor swojej macierzystej uczelni – University of Birmingham. Wykładał też na licznych kursach podyplomowych z inżynierii biochemicznej, fluidyzacji, krystalizacji i mechaniki płynów, prowadzonych przez Institution of Chemical Engineers, oraz na wielu kursach sponsorowanych przez koncerny chemiczne i biotechnologiczne, takie jak: Dow Chemical Company, Procter and Gamble, ARCO Chemical Company, Merck, Bristol Myers Squibb, Amgen, Gentech, Cobra Manufacturing, Avecia, Rhodia, Boehringer Ingelheim, Novozymes i inne. Wygłosił około czterystu referatów podczas różnych seminariów i wykładów, z czego ponad trzysta trzydzieści dotyczyło problematyki mieszania. Jest promotorem pięćdziesięciu jeden prac doktorskich. Taki dorobek dydaktyczny jest godny największego uznania.

Osiągnięcia naukowe Profesora Alvina Williama Nienowa ugruntowały opinię o Nim jako o wybitnym specjalście w uprawianej przez Niego dyscy-

plinie nauki. Jego liczne opracowania, publikacje w renomowanych czasopi- smach, a szczególnie bezpośrednie prezentowanie wyników swoich badań na konferencjach naukowych cechuje nie tylko klarowność, komunikatywność i doskonała znajomość tematu, ale również osobiste zaangażowanie. Pod- czas moich kilkakrotnych spotkań z Profesorem A. W. Nienowem, zwłaszcza w czasie obrad Working Party of Bioreactor Performance Europejskiej Fede- racji Biotechnologii, mogłem się o tym przekonać, słuchając Jego wystąpień świadczących o dużym zaangażowaniu w dyskusje.

Wśród wielu kontaktów naukowych Profesora z uczelniami i ośrodkami naukowymi na całym świecie należy podkreślić Jego szczególnie owocną i dłu- gotrwałą współpracę z Politechniką Szczecińską, a teraz Zachodniopomorskim Uniwersytetem Technologicznym w Szczecinie. Jeszcze w latach siedemdzie- siątych dwudziestego wieku Profesor A.W. Nienow spotykał się w ramach swojej działalności w Grupie Roboczej „Mieszanie” Europejskiej Federacji Inżynierii Chemicznej z profesorami Strękiem z Politechniki Szczecińskiej i Pohoreckim z Politechniki Warszawskiej. Po objęciu stanowiska profesora na Uniwersytecie Birmingham zaprosił do współpracy naukowej asystentów profesora Stręka. Pierwszym z nich był w roku 1983 magister inżynier Walde- mar Bujalski, który doktoryzował się na Uniwersytecie Birmingham. Profesor A.W. Nienow opublikował wraz z nim około pięćdziesięciu publikacji i wy- głosił około siedemdziesięciu referatów na konferencjach naukowych. W roku 1989 do grupy współpracowników Profesora A. W. Nienowa dołączył doktor inżynier Zdzisław Jaworski, któremu badania na Uniwersytecie Birmingham pozwoliły ukończyć rozprawę habilitacyjną w roku 1992.

Ta wieloletnia współpraca trwa do dzisiaj. Jej przejawem są wizyty doktoran- tów profesora Zdzisława Jaworskiego i profesor Joanny Karcz w Birmingham oraz wspólne publikacje z profesorem A. W. Nienowem.

Profesor A. W. Nienow ma również liczne kontakty naukowe z Politechniką Warszawską, a konkretnie z profesorem Andrzejem Packiem (z którym opu- blikował około czterdziestu recenzowanych prac w czasopiśmie lub materia- łach konferencyjnych), z profesorem Ryszardem Pohoreckim oraz profesorem Jerzym Bałdygą z Wydziału Inżynierii Chemicznej i Procesowej.

Wieloletnia działalność Profesora Alvina Williama Nienowa dotycząca różnych aspektów życia naukowego i Jego wybitny wkład w postęp naukowy, inżynierski i technologiczny w uprawianej dziedzinie nauki utwierdzają mnie w przeświadczeniu, iż jest On godnym Kandydatem do wyróżnienia najwyż- szym honorem, jaki może zaoferować uczelnia wyższa.

Biorąc pod uwagę zasługi Kandydata dla nauki, Jego wysoki autorytet naukowy w wymiarze międzynarodowym, a także Jego wieloletnią, owocną współpracę z Uczelnią Szczecińską, z całym przekonaniem przedkładam Senatowi Politechniki Łódzkiej propozycję wyrażenia pełnego poparcia dla nadania Profesorowi Alwinowi Williamowi Nienowowi tytułu i godności doktora honoris causa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "J. edelmann". The signature is written in a cursive, flowing style with a long horizontal stroke at the end.

Łódź, 1 października 2009 roku



Uchwała
Senatu Politechniki Łódzkiej
z dnia 28 października 2009 roku

**w sprawie opinii o nadaniu tytułu doktora honoris causa przez Zachodniopomorski
Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie**

Na podstawie art. 62 ust. 1 pkt. 11 ustawy z dnia 27 lipca 2005 roku Prawo o szkolnictwie wyższym (DzU nr 164, poz. 1365, z późniejszymi zmianami) Senat Politechniki Łódzkiej po zapoznaniu się z dorobkiem naukowym Profesora Alvina Williama Nienowa popiera inicjatywę nadania Mu tytułu doktora honoris causa przez Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie.

Rektor
Politechniki Łódzkiej

prof. dr hab. inż. Stanisław Bielecki

Inżynieria chemiczna jest nowoczesną dyscypliną naukową, która liczy sobie już niemal sto lat. W ostatnich dziesięcioleciach XX wieku inżynieria chemiczna doznała rewolucyjnych zmian, związanych z jednej strony z wyczerpaniem się inspiracji wynikających z paradygmatu procesów i operacji jednostkowych, z drugiej strony – z szerokim otwarciem się na nauki podstawowe. Umożliwiło to ekspansję inżynierii chemicznej na nowe obszary badawcze, czego spektakularnym przykładem jest rozwijająca się intensywnie w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku inżynieria biochemiczna, która łączy nauki biologiczne ze strategią i metodologią nowoczesnej inżynierii chemicznej.

Profesor Alvin William Nienow jest jedną z tych postaci, które wniosły znaczący wkład w ten przełom. Do roku 1980 pracował On jako wykładowca w University College w Londynie i w tym czasie Jego zainteresowania badawcze dotyczyły takich zagadnień inżynierii chemicznej, jak mieszanie, przepływy turbulentne, procesy prowadzone w złożu fluidalnym, reologia, wymiana masy i przepływy wielofazowe. W roku 1980 został profesorem inżynierii chemicznej na Wydziale Inżynierii Chemicznej Uniwersytetu w Birmingham. Na przełomie lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych pojawiły się Jego pierwsze publikacje dotyczące inżynierii biochemicznej. Praca w Birmingham ukształtowała profil naukowy profesora Nienowa jako wybitnego przedstawiciela inżynierii chemicznej, odnoszącego sukcesy badawcze również w obszarze inżynierii biochemicznej. Były to w tym czasie prace pionierskie, które wtedy otwierały nowe perspektywy, a obecnie ich wyniki są nadal szeroko wykorzystywane w praktyce inżynierskiej, badawczej i dydaktycznej. W roku 1989 został profesorem Rhône-Poulenc inżynierii biochemicznej na Uniwersytecie w Birmingham i dyrektorem Centrum Inżynierii Biochemicznej (SERC/BBSRC), a do roku 2004, czyli do momentu przejścia na emeryturę, był profesorem inżynierii biochemicznej Uniwersytetu w Birmingham.

Jest promotorem dwudziestu i współ promotorem trzydziestu jeden prac doktorskich, w tym jedenastu w University College w Londynie i czterdziestu na Uniwersytecie w Birmingham.

Profesor Alvin Nienow jest autorem trzystu siedemdziesięciu publikacji na temat mieszania (z czego sto siedemdziesiąt odnosi się do problemów in-

żynierii biochemicznej), sześćdziesięciu artykułów na temat fluidyzacji oraz pięćdziesięciu pięciu poświęconych innej tematyce, z czego trzydzieści pięć dotyczy inżynierii biochemicznej. Jest wydawcą i współautorem wielokrotnie wznawianej i tłumaczonej na japoński i chiński monografii „Mixing in Process Industries” (pierwsze wydanie w roku 1985) oraz monografii „Biochemical Engineering Principles”, opublikowanej w roku 2005. Opracował też szesnaście rozdziałów w książkach, był też wielokrotnie wydawcą materiałów konferencyjnych.

O Jego pozycji naukowej świadczą liczne nagrody i odznaczenia (na przykład The Moulton Medal – Institution of Chemical Engineers, 1985 rok; The Donald Medal – Institution of Chemical Engineers, 2000 rok; Lifetime Recognition Award – EFChEWP on Mixing, 2003 rok czy Lord Stafford Award for Achievement in Manufacturing – 2006 rok), udział z wyboru w towarzystwach naukowych (na przykład Royal Academy of Engineering od 1985 roku i British Society of Rheology od 2005 roku), sukcesy we współpracy z przemysłem. Zajmuje niekwestionowaną pozycję naukową w inżynierii chemicznej i biochemicznej, jest nadal bardzo aktywny i pełen entuzjazmu badawczego.

Wśród uczniów i współpracowników Profesora Nienowa można znaleźć wielu Polaków. Szczególnie owocna dla obu stron była współpraca z Politechniką Szczecińską (obecnym Zachodniopomorskim Uniwersytetem Technologicznym w Szczecinie) – z grupą badawczą profesora Stręka. W wyniku tej współpracy doktorantem, a następnie długoletnim bliskim współpracownikiem Profesora Nienowa został doktor Waldemar Bujalski, wychowanek Politechniki Szczecińskiej (pięćdziesiąt wspólnych publikacji). Świetne wyniki (około trzydziestu publikacji, wspólna opieka nad doktorantami, liczne projekty badawcze) przyniosła prowadzona od roku 1989 współpraca z doktorem Jaworskim z Politechniki Szczecińskiej (obecnie profesorem tytularnym Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie) nad zastosowaniem technik LDA i CFD do interpretacji procesów reaktorowych i bioreaktorowych. Współpraca, w tym obustronne wizyty badawcze w Birmingham i Szczecinie, stymulowały rozwój naukowy wielu młodych badaczy ze Szczecina. Zasługi Profesora Nienowa doceniono – Rektor i Senat Politechniki Szczecińskiej 2 października 2008 roku przyznali Mu medal „Za Specjalne Zasługi dla Politechniki Szczecińskiej”.

Warto też odnotować współpracę z Politechniką Warszawską. Wśród współpracowników Profesora Nienowa znalazł się doktor Andrzej Pacek z Politechniki Warszawskiej, współautor czterdziestu wspólnych publikacji, który został następnie w Birmingham profesorem. Kontakty naukowe Profesor Nienow

utrzymywał również z profesorem Pohoreckim i autorem niniejszej recenzji; dobrze pamiętam Jego entuzjazm, kiedy zauważył, że wyniki Jego prac doświadczalnych mogą wesprzeć moje przewidywania teoretyczne, w wyniku czego powstał wspólny artykuł.

Uważam, że dorobek Profesora Nienowa, na który składają się wybitne osiągnięcia naukowe i wdrożeniowe oraz wykształcenie wielu uczniów od Japonii i Chin po Europę i Stany Zjednoczone, którzy stali się obecnie liderami w wielu ośrodkach akademickich, badawczych i przemysłowych, a także zasługi dla owocnej współpracy z Politechniką Szczecińską w pełni upoważniają do poparcia wniosku o przyznanie Mu tytułu doktora honoris causa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Bałdyga', with a stylized, flowing script.

Warszawa, 22 listopada 2009 roku

Uchwała nr 139/XLVII12009
Senatu Politechniki Warszawskiej
z dnia 25 listopada 2009 roku

**w sprawie poparcia inicjatywy nadania Profesorowi Alwinowi Williamowi
Nienowowi tytułu doktora honoris causa przez Zachodniopomorski
Uniwersytet Technologiczny
w Szczecinie**

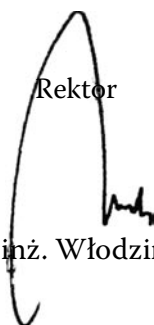
Senat Politechniki Warszawskiej, po zapoznaniu się z dorobkiem naukowym Profesora dr. hab. inż. Alvina Williama Nienowa, postanawia poprzeć inicjatywę nadania Mu tytułu doktora honoris causa przez Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie.

Sekretarz Senatu



mgr Danuta Sołtyska

Rektor



prof. dr hab. inż. Włodzimierz Kurnik

Opinia
prof. zw. dr. hab. inż. Andrzeja Noworyty
Politechnika Wrocławska

Profesor Alvin William Nienow należy do światowej czołówki uczonych w dyscyplinie inżynieria chemiczna i biochemiczna. Jest absolwentem University College London, ale swoją owocną działalność naukową i dydaktyczną związał z Uniwersytetem w Birmingham, gdzie zajmował stanowiska profesora inżynierii chemicznej, dyrektora Centrum Inżynierii Biochemicznej oraz profesora inżynierii biochemicznej. Obecnie jest emerytowanym profesorem University of Birmingham oraz Honorary Research Fellow University College London.

Główne zainteresowania badawcze Profesora Alvina Williama Nienowa dotyczą mieszania w układach skondensowanych. W dziedzinie tej jest On niekwestionowanym autorytetem. Istotnym osiągnięciem Profesora jest stworzenie dwóch szkół naukowych na uniwersytetach brytyjskich, to jest: procesów mieszania oraz fluidyzacji gazowej.

Problematyką mieszania, ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań w inżynierii biochemicznej, Profesor zajmował się w latach 1967–2009, najpierw w University College London (do 1980 roku), potem na University of Birmingham. Opublikował współautorską monografię o mieszanii przemysłowym, wznawianą czterokrotnie (w tym w dwóch językach obcych), oraz pracę współautorską o podstawach inżynierii biochemicznej. Jest autorem lub współautorem rozdziałów w dwunastu monografiach oraz trzystu osiemdziesięciu publikacji naukowych dotyczących tematyki mieszania w procesach inżynierii chemicznej i biochemicznej. Jest to dorobek wybitny, mający międzynarodowy wymiar dzięki bogatej współpracy ze współautorami z różnych krajów.

Profesor ma znaczące osiągnięcia w rozwoju młodej kadry naukowej. Wypromował samodzielnie lub wspólnie z drugim promotorem dwudziestu sześciu doktorów zajmujących się tematyką mieszania oraz piętnastu zajmujących się inżynierią bioprosesową. Brał udział, zazwyczaj jako lider, w pracach nad trzydziestoma grantami badawczymi na temat procesu mieszania oraz nad dwudziestoma sześcioma dotyczącymi zagadnień związanych z inżynierią biochemiczną. Jest założycielem Centrum Inżynierii Biochemicznej Uniwersytetu w Birmingham.

Zagadnienia związane z fluidyzacją gazową były obiektem szczególnych zainteresowań naukowych Profesora Alvina Williama Nienowa w latach 1970–1997, podczas Jego pracy na obu wspomnianych uniwersytetach. Wypromował siedmiu doktorów zajmujących się tą dziedziną. Tematyce tej poświęcił sześćdziesiąt prac opublikowanych w renomowanych czasopismach naukowych. Jest autorem lub współautorem rozdziałów w trzech monografiach. Kierował ośmioma grantami dotyczącymi fluidyzacji i granulacji.

Mieszanie należy do podstawowych procesów przemysłu chemicznego oraz przemysłów pokrewnych. Nowe idee i rozwiązania techniczne są poddawane ostrej weryfikacji w konkretnych technologiach. Z batalii tej wychodzą obronnie tylko rozwiązania o bardzo dobrych podstawach teoretycznych, spełniające inżynierskie aspekty danego procesu. Właściwe powiązanie zagadnień teoretycznych z zastosowaniami praktycznymi jest najlepszym wskaźnikiem klasy rozwiązań uzyskiwanych w inżynierii chemicznej. W dziedzinie tej osiągnięcia Profesora Alvina Williama Nienowa są imponujące. Przy wdrażaniu konkretnych rozwiązań Profesor bezpośrednio współpracował z takimi firmami, jak: ICI (UK), Unilever (UK), Du Pont (USA), Novo Nordisk (Dania), Exxon (USA), Lonza (Szwajcaria), Merck (USA), Pali (UK), Genetech (USA), Boehringer-Ingelheim (Niemcy), Genethon (Francja) czy Biovitrum (Szwecja), co świadczy o powszechnym międzynarodowym uznaniu Jego osiągnięć badawczych i proponowanych rozwiązań procesowych.

Efektywna współpraca z przemysłem wynikała między innymi z faktu, że jako młody inżynier zdobywał szlify w tak renomowanych kompaniach jak Kellogg czy Alfa-Laval.

Tak znaczące osiągnięcia naukowe i techniczne powodują, że zarówno wiele ośrodków akademickich, jak i kompanii przemysłowych aktywnie zabiega o nawiązanie współpracy naukowej z Profesorem A.W. Nienowem. Pomimo licznych obowiązków Profesor podejmował i aktywnie wspierał współpracę naukową z ośrodkami w Europie – w Czechach, Danii, Holandii, Francji, Polsce i Włoszech, a także poza Europą – w Chinach, Japonii i USA.

O wybitnej pozycji naukowej Profesora Alvina Williama Nienowa świadczy Jego członkostwo w wielu komitetach redakcyjnych oraz naukowych. Był członkiem komitetów redakcyjnych takich czasopism, jak: „Polder Technology”, „Canadian Journal of Chemical Engineering”, „Trends in Biotechnology”, „Journal of Chemical Engineering”. Obecnie współredaguje „Chemical Engineering Communications”, „High Temperature Materials and Processes” oraz „Biotechnology and Bioengineering”.

Pełnił poważne funkcje (w niektórych przypadkach pełni do dzisiaj) w takich organizacjach naukowych, jak: Royal Academy of Engineering, Science and Engineering Research Council, Agricultural and Food Research Council, Biotechnology and Biological Sciences Research Council, Institution of Chemical Engineers, a także European Federation of Chemical Engineers czy European Federation of Biotechnology.

Profesor Alvin Nienow uzyskał dwie honorowe profesury w Chinach. Jest też członkiem wielu prestiżowych gremiów naukowych w Czechach, Danii i Zjednoczonym Królestwie, a także instytucji inżynierskich w UK i USA.

Od ponad dwudziestu lat utrzymuje kontakt naukowy z polskimi ośrodkami zajmującymi się problematyką mieszania. Bardzo aktywna i efektywna jest Jego współpraca ze szczecińskim ośrodkiem inżynierii chemicznej, z którym realizował liczne projekty badawcze, co zaowocowało ponad trzydziestoma publikacjami w uznanych czasopismach. Wielu polskich naukowców miało także możliwość prowadzenia części swoich badań w laboratoriach ośrodków kierowanych przez Profesora, gdzie mogli liczyć na życzliwość i merytoryczną dyskusję. W uznaniu dla tej działalności Profesor Alvin Nienow został uhonorowany medalem „Za Specjalne Zasługi dla Politechniki Szczecińskiej”.

Nie sposób na zakończenie nie podkreślić cech charakteru Profesora, jakimi są łatwość nawiązywania owocnych kontaktów zawodowych, znakomita umiejętność organizacji zespołowej pracy naukowej – poczynając od zdobywania ambitnych grantów badawczych oraz tworzenia skutecznych w działaniu zespołów naukowców, przez implementacje wyników badań w praktyce przemysłowej, aż do kreowania przyjacielskiej atmosfery w pracy i życiu towarzyskim.

Osobiście jestem zaszczycony i wdzięczny za możliwość wydania opinii o tak zacnym Człowieku i znakomitym Uczonym.

Z całym przekonaniem stwierdzam, że dorobek naukowy Profesora Alvina Williama Nienowa, Jego pozycja w nauce światowej oraz aktywna współpraca z polskimi naukowcami w pełni uzasadniają nadanie Mu tytułu i godności doktora honoris causa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alvin Nienow', with a stylized, flowing script.

Wrocław, 4 października 2009 roku

Uchwała nr 223/14/2008-2012
Senatu Politechniki Wrocławskiej
z dnia 29 października 2009 roku

**w sprawie przyjęcia opinii o zasługach i dorobku kandydata do tytułu doktora
honoris causa Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w
Szczecinie**

Działając na podstawie art. 62 ust. 1 pkt 11 ustawy z dnia 27 lipca 2005 r. Prawo o szkolnictwie wyższym (DzU nr 164, poz. 1365, z późn. zm.) oraz § 3.3 ust. 2 pkt 25 Statutu Politechniki Wrocławskiej, Senat akceptuje opinię opracowaną przez prof. Andrzeja Noworytę, dotyczącą dorobku naukowego i zasług Profesora Alvina Williama Nienowa, i wspiera inicjatywę Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie zmierzającą do nadania Profesorowi tytułu doktora honoris causa.

Przewodniczący Senatu
Rektor Politechniki Wrocławskiej



prof. dr hab. inż. Tadeusz Więckowski

Doktorzy honoris causa Akademii Rolniczej

Stefan Aleksandrowicz – 1971 rok
profesor w dziedzinie hodowli trzody chlewnej

Marian Lityński – 1974 rok
profesor w dziedzinie warzywnictwa, nasiennictwa

Walerian Cięglewicz – 1981 rok
profesor w dziedzinie biologii i technologii ryb

Szczepan Pieniążek – 1984 rok
profesor w dziedzinie ogrodnictwa – sadownictwa

Kenneth Sherman – 1989 rok
profesor w dziedzinie rybactwa i akwakultury

Zbigniew Gertych – 1989 rok
profesor w dziedzinie ekonomiki ogrodnictwa

Eugeniusz Grabda – 1989 rok
profesor w dziedzinie chorób ryb, ichtiologii i parazytologii ryb

Andrzej Słaboński – 1989 rok
profesor w dziedzinie biologii, genetyki i hodowli roślin

Robert Devlin – 1990 rok
profesor w dziedzinie fizjologii roślin

Witold Klawe – 1991 rok
specjalista w dziedzinie rybactwa i oceanologii

Józef Popiel – 1991 rok
profesor w dziedzinie rybołówstwa morskiego

Hans Theede – 1991 rok
profesor w dziedzinie ekofizjologii morskiej

Zbigniew Kabata – 1993 rok
specjalista w dziedzinie parazytologii ryb

Leszek Malicki – 1994 rok
profesor w dziedzinie doświadczeń rolnictwa, uprawy roli i roślin

Zdzisław Sikorski – 1997 rok
profesor w dziedzinie chemii i technologii żywności pochodzenia morskiego

Jędrzej de Pelikan Krupiński – 1995 rok
profesor w dziedzinie ochrony zasobów genetycznych zwierząt gospodarskich

Teofil Mazur – 1997 rok
profesor w dziedzinie chemii rolnej, kształtowania i ochrony środowiska

Jan Szczerbowski – 1997 rok
profesor w dziedzinie rybactwa śródlądowego, ichtiologii

Stanisław Woyke – 1998 rok
profesor w dziedzinie pszczelnictwa

Witold Podkówka – 1999 rok
profesor w dziedzinie żywienia zwierząt i gospodarki paszowej

Janusz Gill – 2000 rok
profesor w dziedzinie fizjologii zwierząt

Rudolf Michałek – 2002 rok
profesor w dziedzinie inżynierii rolniczej

Harald Rosenthal – 2003 rok
profesor w dziedzinie rybactwa, akwakultury

Zdzisław Kośmicki – 2003 rok
profesor w dziedzinie inżynierii rolniczej

Marian Różycki – 2004 rok
profesor w dziedzinie trzody chlewnej

Teresa Żebrowska – 2004 rok
profesor w dziedzinie fizjologii żywienia zwierząt

Jan Kucharski – 2005 rok
profesor w dziedzinie agronomii – biochemia gleby i mikrobiologia środowiska

Stanisław Rakusa-Suszczewski – 2005 rok
profesor w dziedzinie biologii mórz polarnych, oceanologii

Andrzej Dubas – 2005 rok
profesor w dziedzinie agronomii, uprawy roli i roślin leczniczych

Janusz Haman – 2007 rok
profesor w dziedzinie mechanizacji rolnictwa, inżynierii rolniczej

Konstanty Lossow – 2007 rok
profesor w dziedzinie limnologii, ochrony i rekultywacji jezior

Doktorzy honoris causa Politechniki Szczecińskiej

Leon Babiński – 1971 rok
profesor prawa międzynarodowego

Tadeusz Aleksander Rosner – 1971 rok
profesor nauk chemicznych

Herman Wagener – 1971 rok
profesor nauk ekonomicznych

Alfred Wielopolski – 1976 rok
profesor historii

Wiesław Olszak – 1996 rok
profesor w dziedzinie technologii mechanicznej

Czesław Cempel – 1996 rok
profesor w dziedzinie dynamiki, wibroakustyki i diagnostyki maszyn
i układów mechanicznych

Jerzy Boczar – 1997 rok
profesor w dziedzinie inżynierii środowiska wodnego

Józef Szarawara – 1998 rok
profesor w dziedzinie technologii chemicznej, termodynamiki chemicznej,
inżynierii reakcji chemicznych

Fryderyk Stręk – 1998 rok
profesor w dziedzinie inżynierii chemicznej i procesowej

Bolesław Kazimierz Mazurkiewicz – 1999 rok
profesor w dziedzinie inżynierii środowiska morskiego

Zdzisław Bubnicki – 2001 rok
profesor w dziedzinie automatyki i informatyki

Jan Węglarz – 2001 rok
profesor w dziedzinie badań operacyjnych i informatyki

Tadeusz Mieczysław Paryjczak – 2002 rok
profesor w dziedzinie badań nad adsorpcją i katalizą

Jan Koch – 2002 rok
profesor w dziedzinie technologii mechanicznej i inżynierii produkcji

Jerzy Wojciech Doerffer – 2003 rok
profesor w dziedzinie budownictwa okrętowego

Stefan Maciej Wojciechowski – 2004 rok
profesor w dziedzinie nauk o materiałach i inżynierii materiałowej

Ali Hasan Nayeesh – 2004 rok
profesor w dziedzinie mechaniki, matematyki stosowanej oraz teorii i praktyki sterowania

Tadeusz Kaczorek – 2004 rok
profesor w dziedzinie teorii sterowania i systemów, matematyki stosowanej i elektrotechniki

Klaus Wetzig – 2006 rok
profesor w dziedzinie inżynierii materiałowej, fizykochemii i analityki powierzchni ciał stałych

Ryszard Sikora – 2008 rok
profesor w dziedzinie elektrotechniki teoretycznej, bioelektromagnetyzmu i elektromagnetycznych badań nieniszczących

Krzysztof Marchelek – 2008 rok
profesor w dziedzinie dynamiki obrabiarek i procesów obróbkowych

Biblioteka Główna
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny
Księgozbiór Przyrodniczy

CP. 778



530-000001196



Zachodniopomorski
Uniwersytet Technologiczny
w Szczecinie

al. Piastów 17
70-310 Szczecin

ISBN 978-83-7663-044-1