

## Drodzy Czytelnicy,

Zbliżający się koniec drugiego milenium, a zarazem XX wieku, skłonił nas do wydania niniejszego, okolicznościowego numeru w odmiennej niż zwykle redakcji.

Wedle zgodnej opinii zespołu redakcyjnego i Rady Programowej miesięcznika CHEMIK, największe wartości niezwykle dynamicznego rozwoju nauki – w tym również chemicznej – i techniki w mijającym wieku, powinny być przypomniane na łamach naszego czasopisma.

Wybraliśmy taką oto formułę:

- ◆ przypomnienie sylwetek rodaków na tle ich dokonań, gdziekolwiek byłyby one zrealizowane
- ◆ poznanie i upowszechnienie opinii o najważniejszych osiągnięciach mijającego wieku, wyrażonych przez Osobistości z grona wybitnych, współcześnie działających polskich uczonych z różnych dziedzin chemii
- ◆ doprowadzenie do dyskusji w płaszczyźnie nauka–przemysł, traktowanej jako przyczynek do sformułowania oceny, czy oddziaływanie nauki na rozwój przemysłu chemicznego w świecie było w XX wieku zadowalające, czy też nie, i dlaczego?

Uznaliśmy, że okolicznością szczególnie sprzyjającą realizacji wspomnianych zamierzeń jest krajowe forum chemików – III Kongres Technologii Chemicznej w Gliwicach, we wrześniu tego roku. Uzyskaliśmy zgodę organizatorów Kongresu na upowszechnienie niniejszego numeru wśród jego uczestników, a Rady Przemysłowej Kongresu na współorganizację dyskusji panelowej pt. „Osiągnięcia nauki a rozwój przemysłu chemicznego w mijającym stuleciu”.

Wielki szacunek i szczerą wdzięczność pragniemy wyrazić Autorom wypowiedzi i opracowań.

Słowa podziękowania kierujemy do Władz Kongresu za umożliwienie realizacji naszych zamierzeń związanych z przebiegiem III Kongresu Technologii Chemicznej.

Sponsorom, najważniejszym krajowym Firmom chemicznym – Firmie Chemicznej DWORY SA, Grupie ANWIL, Instytutowi Nawozów Sztucznych w Puławach, Polskiemu Koncernowi Naftowemu ORLEN, Zakładom Azotowym PUŁAWY SA, Zakładom Azotowym Tarnów–Mościce SA, Zakładom Chemicznym POLICE SA i Zakładom Chemicznym ZACHEM Bydgoszcz SA – składamy szczególne podziękowanie za to, iż poprzez swoje prezentacje umożliwiły wydanie niniejszego numeru naszego miesięcznika.

Rada Programowa i Redakcja  
miesięcznika Chemik

## Dear Readers,

Approaching the end of the second millenium and the 20th century, convinced us to publish this special issue of our magazine in different than usual form.

According to our opinion, the greatst values of the dynamic development of sciences, including chemistry in the passing century, should be reviewed in our magazine.

We chose the following formula:

- ◆ reminding ourselves of Polish scientists and their achievements
- ◆ reviewing and popularizing the opinions about the most important achievements of the passing century as they are seen by some of the most famous Polish chemists of the present day
- ◆ stimulating the discussion on the level science – industry which would be a basis for judgement as to whether or not the achievements in science had an adequate reflection in industrial achievements.

We think that the special occasion for the realisation of our goals could be a national forum of chemists the third Congress of Chemical Technology in Gliwice which will take place in September of this year. The organisers of the Congress agreed to distribute this issue of our magazine among the participants and the Industrial Board of the Congress agreed to co-organise the panel discussion titled, “Achievements of Science and the Chemical Industry in the passing century.”

We would like to give our most sincere appreciation to all of those who shared with us their knowledge by contributing to their valuable opinions to the discussion.

We would also like to thank the board of the Congress for allowing us to realise our goals related to the course of the third Congress of Chemical Technology.

A special thanks to the sponsors who enabled us to publish this special issue: Firma Chemiczna DWORY SA, Grupia ANWIL, Instytut Nawozów Sztucznych w Puławach, Polski Koncern Naftowy ORLEN, Zakłady Azotowe PUŁAWY SA, Zakłady Azotowe Tarnów–Mościce SA, Zakłady Chemiczne POLICE SA i Zakłady Chemiczne ZACHEM Bydgoszcz SA.

The Program Board and Editors  
of the “Chemik” monthly magazine

# CHEMIK

ORGAN STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO  
ORAZ POLSKIEJ IZBY PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO

ROK LIII

WRZESIEŃ

Nr 9

Treść	str.
Od Redakcji .....	241
Prof. dr hab. inż. IWO POLLO, prof. dr hab. inż. ROMAN MIERZECKI – Wybrane osiągnięcia polskich chemików w chemii i technologii XX wieku .....	243
O chemii w mijającym stuleciu ...	
Prof. dr Adam BIELAŃSKI .....	253
Prof. dr hab. Andrzej BARAŃSKI .....	254
Prof. dr hab. inż. Henryk GÓRECKI .....	254
Prof. dr inż. Zbigniew JEDLIŃSKI .....	257
Prof. dr hab. inż. Jacek KIJEŃSKI .....	261
Prof. dr hab. Bogdan MARCINIEC .....	262
Prof. dr inż. Józef OBLÓJ .....	263
Prof. zw. dr hab. Tadeusz PARYJCZAK .....	265
Prof. Pol. Wr. dr hab. inż. Stefan ZIELIŃSKI .....	267
Krajowy lider w produkcji i przetwórstwie tworzyw sztucznych – wywiad z Dyrektorem ds. Produkcji i Techniki Członkiem Zarządu Zakładów Azotowych w Tarnowie-Mościcach SA, mgr. inż. Ryszardem Świtalskim .....	269
ZE ŚWIATA NAUKI I TECHNIKI .....	273
<b>Prezentacje:</b>	
Instytut Nawozów Sztucznych w Puławach .....	252
Zakłady Azotowe Tarnów-Mościce SA .....	268
Firma Chemiczna DWORY SA .....	274
Zakłady Azotowe PUŁAWY SA .....	275
Zakłady Chemiczne ZACHEM Bydgoszcz SA .....	276
Zakłady Chemiczne POLICE SA .....	III
Grupa ANWIL .....	IV
Polski Koncern Naftowy ORLEN SA .....	II

Na I okładce Państwowa Fabryka Związków Azotowych (widok fabryki od strony wapniowej) i jej twórca, Profesor *Ignacy Mościcki* (zdjęcia z archiwum Zakładów Azotowych w Tarnowie-Mościcach SA)

## KOLEGIUM REDAKCYJNE

Prof. dr inż. Edward BUNTNER (redaktor naczelny),  
mgr inż. Anna CZUMAK - BIENIECKA (sekretarz  
redakcji), dr hab. inż. Marian GROBELNY, mgr inż.  
Jerzy PAPROCKI, dr Danuta RÓŻYCKA

## RADA PROGRAMOWA

mgr inż. Konstanty CHMIELEWSKI, mgr inż.  
Mieczysław FICEK, mgr inż. Grzegorz GAWOR,  
mgr inż. Krzysztof KACZOROWSKI, mgr inż.  
Jerzy KROPIWNICKI, prof. dr hab. inż. Edwin  
MAKAREWICZ, mgr inż. Jerzy PAPROCKI,  
prof. dr hab. inż. Iwo POLLO, dr inż. Józef SAS,  
prof. dr hab. inż. Józef SZARAWARA, dr inż. Ryszard  
ŚCIGAŁA, prof. dr hab. inż. Jerzy WASILEWSKI,  
prof. dr hab. inż. Stefan ZIELIŃSKI (przewodniczący)

## CHEMIK

czasopismo naukowo-techniczne –  
publikujemy artykuły problemowe,  
naukowo-badawcze i przeglądowe,  
recenzowane przez specjalistów w  
poszczególnych dziedzinach.

## CHEMIK

jest notowany przez Ośrodek Badań  
Prasoznawczych Uniwersytetu  
Jagiellońskiego-go w rankingu pol-  
skich czasopism naukowo-techni-  
cznych z liczbą punktów 14. Jest  
także referowany przez: Chemical  
Abstract (USA), Chemical Engi-  
neering and Biotechnology Ab-  
stract (CEABA – Wielka Brytania) i  
Referativnyi Zhurnal Khimiya  
(Rosja)

Egzemplarze archiwalne „CHEMIKA”  
oraz pojedyncze egzemplarze wydawane  
na bieżąco można nabywać bezpośrednio  
w redakcji.

Ogłoszenia przyjmuje redakcja czasopisma w Gliwicach  
przy ul. Górnych Wałów 25, tel./fax (032) 231-61-35.

Za treść ogłoszeń redakcja nie odpowiada.

## ADRES REDAKCJI

44-100 Gliwice, skr. poczt. 46a,  
ul. Górnych Wałów 25,  
tel./fax (032) 231-61-35

Wydawanie czasopisma jest dofinansowane  
przez Komitet Badań Naukowych

Druk ukończono w sierpniu 2000. Cena 1 egz. poza prenumeratą 15,00 - zł

ZW



CHEMPRESS

prof. dr hab. inż. Iwo POLLO,  
prof. dr hab. inż. Roman MIERZECKI

## WYBRANE OSIĄGNIĘCIA POLSKICH CHEMIKÓW W CHEMII I TECHNOLOGII XX WIEKU

Skreślenie dziejów polskiej chemii i technologii chemicznej w XX wieku byłoby zadaniem złożonym, ryzykownym, a nawet niewykonalnym bez przeprowadzenia wielu jeszcze pogłębionych studiów. Zbyt wiele w tym czasie się działo. Nie ulega wątpliwości, że zarówno chemia czysta, jak stosowana ulegały w tym czasie przeobrażeniom, jakich nie można było domyślać się w stuleciu poprzednim. A jednak trzeba uznać, że wiek XIX, zwłaszcza jego początek, to najpierw przewyżczanie prawie alchemicznego sposobu myślenia, a później tworzenie podstaw nowoczesnej chemii. I więcej jeszcze: powstawanie laboratoriów, zakładów i innych instytucji, w których rozwijały się i krzepły zespoły badawcze. Z nich wyrastały indywidualności, których nazwiska pozostają w historii chemii, nauki i cywilizacji. Chemię XX wieku można uznać już nie za negację, a kontynuację tego, co w tej dziedzinie dokonano w wieku poprzednim. *Thomas Kuhn* uzasadnił wprawdzie tezę, że każde odkrycie, każdy postęp w nauce jest jakąś „rewolucją”, ale z pewnością obalenie teorii flogistonowej różni się pod względem rewolucyjności od stwierdzenia złożoności atomu.

W historii nauki ostatnich dwustu lat polskie osiągnięcia zajmują skromne miejsce. Miało to różne źródła. Polityka mocarstw zaborczych w Polsce ograniczała możliwości twórczej pracy, zwłaszcza zespołowej, w obszarze nauk ścisłych i stosowanych. Do chwili odzyskania niepodległości w roku 1918, ci spośród Polaków, którzy potrafili zdobyć zasłużony rozgłos i uzyskać wyniki w badaniach i w rozwiązaniach technicznych, działali w dużej mierze poza granicami istniejącej wówczas tylko w marzeniach Rzeczypospolitej. Bo jednak to Polacy w XIX

wieku tworzyli przemysł chilijski, budowali najwyżej na Ziemi usytuowane linie kolejowe łącząc niezwykle na owe czasy magistralą Pacyfik z Atlantykiem w Ameryce Południowej, byli pionierami budowy portów śródlądowych w Stanach Zjednoczonych i Kanadzie, odkrywali drogocenne kruszce w Australii. Wypełniali też treścią białe plamy na mapach ku pożytkowi państw kolonialnych, w tym jako zesłańcy w bezkresach syberyjskich. Kreślili pierwsze mapy Kaukazu, badali folklor ludów dla Europy egzotycznych, tworzyli zręby nowoczesnej antropologii.

U progu XX wieku polscy uczeni i inżynierowie tworzyli również w państwach europejskich dynamiczne i mogące poszczycić się dużymi osiągnięciami grupy naukowo-techniczne.

Szczególnie licznie pojawili się w Szwajcarii. Spośród chemików na uniwersytecie Berneńskim działał *Leon Paweł Kostanecki* (1860 - 1910), który zyskał światową sławę dzięki badaniom barwnych związków organicznych i stworzeniu teorii objaśniającej związek barwy z ich budową. A należy dodać, że chemia barwników i półproduktów organicznych stanowiła główny przedmiot badań chemików co najmniej od połowy XIX wieku aż do okresu przed pierwszą wojną światową; nawet po powstaniu wielkiego przemysłu chemicznego należała do wiodących dziedzin w chemii. Do jego uczniów należał m. in. *Kazimierz Funk*, twórca nauki o witaminach i autor terminu „witamina”. Ten wybitny biochemik działający w pierwszej połowie XX wieku jest uznawany często za uczonego amerykańskiego, a przecież szereg lat w okresie międzywojennym żył i działał w Polsce. Można dodać, że syntezę witaminy C dokonał w roku 1933 urodzony we Włocławku *Tadeusz*

**Iwo Pollo**, ur. 9 maja 1927 w Delatynie, pow. Nadwórna. Syn Stefana, dr. praw UJK, Vereny z Raganów, polonistki, po UJK. Dzieciństwo spędził w Stanisławowie. Od 1935 do 1945 r. w Kołomyi. Absolwent Politechniki Śląskiej (1952), także doktorant (1960) i habilitował (1963). Kierownikiem naukowym i promotorem był prof. Stefan Pawlikowski, b. asystent Ignacego Mościckiego z okresu jego pracy na Politechnice Lwowskiej. Od 1976 profesor, 1965 - 1968 prodziekan Wydz. Chemicznego Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Od 1975 do 2000 kier. Katedry Technologii Chemicznej na Politechnice w Lublinie. W latach 1984 - 1990 prorektor, 1993 - 1996 rektor tej uczelni. Technolog nieorganiczny, zajmuje się chemią plazmy niskotemperaturowej, chemią i technologią środowiska. Zainteresowania: historia nauki, folklor ziem górskich, turystyka.

**Roman Mierzecki** (ur. 1921 r.) jest absolwentem Wydziału Chemicznego Politechniki Łódzkiej (1949). Doktorat obronił na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego (1957), a pracę habilitacyjną na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego (1969). Tytuł Profesora uzyskał w 1984 r. Profesor Roman Mierzecki jest od 1980 r. przewodniczącym Sekcji Historii Chemii Polskiego Towarzystwa Chemicznego i od 1984 r. przewodniczącym Sekcji Historii Nauk Ścisłych Komitetu Historii Nauki i Techniki Polskiej Akademii Nauk. Jest autorem książki „Oddziaływanie międzymolekularne” (PWN 1974) i licznych publikacji dotyczących historii chemii, w tym „Historyczny rozwój pojęć chemicznych” (PWN 1985 i 1987), tłumaczonej na język angielski, i „Rozwój terminologii chemicznej” (Ossolineum Wrocław

Reichstein (1897 - 1996), profesor uniwersytetów w Zurychu i Bazylei, laureat nagrody Nobla (w 1950 r.) za badania z dziedziny biochemii. Członkiem PAN został dopiero w ostatnich latach długiego życia.

Przez długi czas na Uniwersytecie w Bernie również pracował *Marceli Nencki*, który wraz z profesorem Politechniki w Zurychu (uznawanej za jedną z czołowych uczelni europejskich), *Leonem Marchlewskim*, uczonym związanym również z Uniwersytetem Jagiellońskim, opracował teorię budowy chlorofilu i wykazał jej podobieństwo do molekuly hemoglobiny. Dla wielu Polaków Uniwersytet we Fryburgu Szwajcarskim, stanowił miejsce azylu, studiów, pracy i warsztatu naukowego, tam uzyskiwali wyniki na poziomie światowym. Na tej uczelni był profesorem, dziekanem i rektorem *Józef Wierusz - Kowalski* (1866 - 1927), autor pionierskich prac z dziedziny fizykochemii szkła i termodynamiki układów wieloskładnikowych, w latach 1915 - 1919 profesor uniwersytetu i politechniki w Warszawie. Jego współpracownikiem był dłuższy czas *Ignacy Mościcki*, który tam właśnie rozpoczął słynne badania nad konstrukcją pieców do syntez w łuku elektrycznym. Byli też profesorami na tym uniwersytecie: *Karol Józef Dziewoński* (1876 - 1943), jeden z najwybitniejszych polskich chemików, autor teorii budowy złożonych substancji organicznych i autor pierwszych syntez wielu barwników i związków aromatycznych, w tym twórca chemii związków wielopierścieniowych oraz *Tadeusz Estreicher* (1871 - 1952), poprzednio uczeń i asystent *Karola Olszewskiego* (1846 - 1915), a następnie kontynuator prac nad fizykochemią zjawisk w niskich temperaturach. We Fryburgu objął stanowisko profesora chemii fizycznej. O znaczeniu tego faktu świadczy to, że chemia fizyczna jest praktycznie dzieckiem XX wieku, jakkolwiek powstała w oparciu o wcześniejsze odkrycia w dziedzinie termodynamiki i kinetyki chemicznej. Później został profesorem Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Francja była Mekką nie tylko nadwiślańskich artystów i ludzi pióra. Uniwersytet w Paryżu stanowił od czasów średniowiecza tradycyjny ośrodek, w którym kształcili się liczni Polacy i pod tym względem stanowił poważną konkurencję dla uniwersytetów włoskich. Już przed Wielką Emigracją przyjeżdżali tu po wiedzę i podejmowali pracę naukową liczni przybysze z kraju nad Wisłą. Później zjawiało się ich tam coraz więcej. Pod koniec XIX wieku znalazła się wśród nich *Maria Skłodowska*, absolwentka kursów chemicznych przy Muzeum Przemysłu i Rolnictwa w Warszawie. Poślubiła tam fizyka *Piotra Curie* i pozostała na stałe w Paryżu. Jest jak dotąd jedyną francuską uczoną, której prochy spoczęły w Panteonie paryskim. Jako pierwsza kobieta została laureatką nagrody Nobla w dziedzinie nauk przyrodniczych, a także tylko ona uzyskała ją w dwóch różnych dziedzinach: w fizyce i chemii; pierwszą z nich wspólnie z mężem. Co istotne, skupiła się wokół niej grupa współpracowników zafascynowanych odkryciami nowych pierwiastków i nieznanych dotychczas zjawisk promieniotwórczości. Byli wśród nich Polacy. I ich nie ominęły tragiczne skutki konfliktu europejskiego. *Jan Kazimierz Danysz* (1884 - 1914), współpracownik *Marii Skłodowskiej - Curie*, twórca spektroskopii promieniowania  $\beta$ , na krótko kierujący laboratorium radiochemicznym w Warszawie; poległ w walkach jako oficer francuski już w pierwszym roku I wojny światowej. Jego syn, *Marian* (1909 - 1963), przejął po ojcu tematykę. Pracując już w Polsce, wraz z *Michałem Żywem* otrzymał promienio-

twórcze izotopy fluoru i skandu. Później stał się specjalistą w badaniach hiperonów i odkrywca nowych zjawisk z udziałem tych cząstek. W roku 1953 odkrył (współpracując z *J. Pniewskim*) hiperjądra, tj. mało trwałe jądra atomów, w których występują hiperony (bariony  $\Lambda^+$ , ciężkie cząstki elementarne, rozpadające się na proton i mezon  $\Pi^+$  lub neutron i mezon  $\Pi^0$ ). Nota bene badania te przeprowadził w Dubnej, a więc korzystając z warunków istniejących w laboratorium zlokalizowanym poza ziemiami polskimi.

Nie wszyscy Polacy, którzy znaleźli się w czasach zaborów poza miejscem urodzenia, studiowali, pracowali naukowo i osiągnęli sukcesy w wyniku emigracji dobrowolnej, czasem przymusowej lub deportacji. Wielu z nich kształciło się w uczelniach położonych na terenach przedrozbiorowej Polski lub w ich pobliżu, a także w stolicach i dużych ośrodkach naukowych (i artystycznych) państw zaborczych.

Dla wielu młodych ludzi z zaboru rosyjskiego najbliższymi było do Rygi lub Dorpatu, studiowano i podejmowano pracę w Kijowie, Charkowie ale i Moskwie, Petersburgu, Kazaniu i innych w miastach europejskiej części Rosji. Tam rozpoczęli i rozwijali niejednokrotnie działalność naukową wybitni chemicy. *Mieczysław Centnerszwer*, pionier badań elektrolitów niewodnych i zjawisk krytycznych układów dwuskładnikowych, był profesorem Politechniki Ryskiej, podobnie jak *Jan Wiktor Zawidzki* (1866 - 1928). Ten wybitny badacz kinetyki, autor pojęcia autokatalizy, był w latach 1916 - 1917 profesorem Akademii Rolniczej w Dublanach pod Lwowem, a następnie profesorem Politechniki Warszawskiej. *Kazimierz Smoleński* (1876 - 1943; zamordowany przez hitlerowców na Pawiaku), autor pionierskich prac z zakresu chemii węglowodanów i technologii cukrownictwa w okresie (od 1906 roku) profesury w Instytucie Technologicznym w Petersburgu (tym samym, w którym poprzednio pracował *Dymitr Mendelejew*). W 1919 r. został profesorem Politechniki w Warszawie. Tam dokonał pierwszych w Polsce prób syntezy niektórych polimerów.

Pod zaborem pruskim polskie szkolnictwo wyższe nie istniało, a nawet średnie i podstawowe były tępięne. Władze od początku konsekwentnie zmierzały do pauperyzacji ludności polskiej oraz do całkowitego zniszczenia życia intelektualnego. Próby uruchomienia w Wielkopolsce polskojęzycznych szkół wyższych kończyły się niepowodzeniem, a nawet prześladowaniami.

Pod zaborem rosyjskim przez pierwsze 30 lat XIX wieku funkcjonował uniwersytet w Wilnie, osiągając poziom europejski i wydając uczonych chemików tej klasy, co *Jędrzej Śniadecki*. Po likwidacji uczelni, stanowiącej represję za wybuch powstania listopadowego, dopiero po następnych 30. latach dokonano próby otwarcia uniwersytetu w Warszawie. Kolejne powstanie - styczniowe - spowodowało, że po paru zaledwie latach egzystencji został on zrusyfikowany, a ambicje edukacyjne szerszych kręgów polskiej młodzieży - wobec faktycznego bojkotu rosyjskich instytucji na terenach rdzennie polskich - mogły spełniać tylko konspiracyjne kursy (Uniwersytet Latający w latach 1882 - 1905, który później działał bardziej oficjalnie pod nazwą Towarzystwa Kursów Naukowych) lub też półlegalne zajęcia we wspomnianym już Muzeum Przemysłu i Rolnictwa (założonym w roku 1875). Gmach Politechniki Warszawskiej, wybudowany jako siedziba przyszłej polskiej uczelni technicznej ze składek społeczeństwa polskiego, został

przejęty przez władze carskie na szkołę z rosyjskim językiem wykładowym. Luki nie mogła wypełnić zawodowa w założeniu szkoła *Wawelberga* i *Rotwanda*.

Dokonania Polaków - uczonych poza krajem ojczystym pokazują, że mimo pojawiania się wybitnych indywidualności, istotnie nie było warunków dla tworzenia i rozwoju rodzimych szkół naukowych. Osiągnięcia poszczególnych uczonych owocowały ich osobistymi sukcesami, brakło na ogół kontynuacji, wobec nieistnienia w zaborach pruskim i rosyjskim polskojęzycznych instytucji naukowych.

Pewnym wyjątkiem był zabór austriacki, gdzie udało się jeszcze w ostatnich dziesięcioleciach XIX wieku doprowadzić do powstania polskiego szkolnictwa wyższego w dwóch miastach: W Krakowie i we Lwowie. I tu można dostrzec przejawy ciągłości transpokoleniowej. Uniwersytet w Krakowie dzięki profesorom: *Zygmuntowi Florentemu Wróblewskiemu* (1845 - 1888) oraz wspomnianemu już *Karolowi Olszewskiemu* zasłynął z udanego eksperymentu skroplenia powietrza w roku 1883. Pierwszy z wymienionych uczonych zmarł w roku 1888 w wieku 43 lat. Dzięki drugiemu wytwarzane w Krakowie instalacje do skraplania gazów uchodziły z początkiem XX wieku za najlepsze z dostępnych.

Od początku XX wieku rozpoczął się dynamiczny rozwój z jednej strony chemii fizycznej (o czym była już mowa), a z drugiej - technologii chemicznej w nowoczesnej, wielkoprzemysłowej postaci. Wkrótce rozwinęły się też metody obliczeniowe w projektowaniu aparatury i procesów, co stało się podstawą nowej dyscypliny - inżynierii chemicznej.

Zarówno Uniwersytet Jagielloński jak trzy wyższe uczelnie Lwowa (Uniwersytet Jana Kazimierza, Politechnika, Wyższa Szkoła Rolnicza w Dublanach, takie nazwy przyjęły te szkoły po odzyskaniu niepodległości) stały się ważnymi ośrodkami badań nad podstawami chemii fizycznej. Prof. *Ludwik Bruner* (1871 - 1913) w okresie poprzedzającym wybuch I Wojny Światowej prowadził na Uniwersytecie Jagiellońskim pionierskie badania nad kinetyką procesów w układach niejednorodnych, zajmował się elektrochemią roztworów niewodnych, a w końcu również najnowszymi wówczas dziedzinami: fotochemią i chemią radiacyjną. Podobny obszar zainteresowań cechował kierownika II Zakładu Chemicznego na uniwersytecie we Lwowie prof. *Stanisława Tołłoczkę* (1868 - 1935). Jego uczeń i asystent, pod koniec życia profesor Politechniki Śląskiej w Gliwicach, *Zygmunt Klemensiewicz* (1886 - 1963), przebywając na stażu w Berlinie skonstruował elektrodę szklaną, stanowiącą do dziś niezastąpiony element wielu układów pomiarowych. Najwybitniejszym bodaj fizykochemikiem polskim okresu przed I wojną światową był *Marian Smoluchowski* (1872 - 1917). Profesorem uniwersytetu we Lwowie został w roku 1900, w 1913 przeniósł się na Uniwersytet Jagielloński do Krakowa. Duże znaczenie mają jego dociekania teoretyczne nad statystyczną interpretacją II zasady termodynamiki. Także badania oparte o eksperyment, zwłaszcza dotyczące ruchów *Browna* i właściwości koloidów, zyskały uznanie światowe. Sformułował on m. in. - równoległe z *Albertem Einsteinem* - zależność między wartościami współczynnika dyfuzji i lepkością. Zmarł przedwcześnie jako ofiara epidemii chorób zakaźnych, jakie w czasie wojny nawiedziły Kraków. Badania nad koloidami były następnie kontynuowane przez kilku wybitnych chemików polskich. Kinetykę powstawania układów koloidalnych badał na

uniwersytecie w Warszawie *Kazimierz Jabłczyński* (1869 - 1944), problematykę trwałości koloidów podjął *Antoni Basiński* (1905 - 1990) na Uniwersytecie Stefana Batorego w Wilnie. Ten uczony po 1945 roku kontynuował ją na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu, a równocześnie poszerzył znacznie swój obszar zainteresowań o układy z udziałem polielektrolitów, związków kompleksowych, o zjawiska adsorpcji, katalizy.

Na Uniwersytecie we Lwowie prof. *Bronisław Radziszewski* (1838 - 1914) odkrył jeszcze w XIX wieku zjawisko fosforescencji związków organicznych oraz wysunął teorię o organicznym pochodzeniu ropy naftowej. Lwowski ośrodek zajmował się i później intensywnie zagadnieniami, związanymi z ropą i jej przerobem. Motorem tych zainteresowań były odkrycia karpaccich źródeł ropy i wynalazek lampy naftowej, co było - jeszcze w poprzednim stuleciu - dziełem lwowskiego aptekarza, *Ignacego Łukasiewicza*.

Zagadnieniem chlorowania metanu oraz rafinacją wosków ziemnych zajął się na Politechnice Lwowskiej *Edward Sucharda* (1891 - 1947), niezależnie od wielu innych prac z dziedziny chemii organicznej. Dokonał on m.in. pierwszych syntez pirydynowych analogów indyga i tioindyga. Dramatyczne i zmienne losy prof. *Suchardy*, są niemal typowym przykładem dziejów polskich uczonych w pierwszej połowie XX wieku. O jego błyskotliwym talencie świadczy fakt, że ukończywszy w 1912 roku politechnikę, w dwa lata później uzyskuje już stopień doktora. Po wybuchu wojny Austriacy mobilizują go i kierują - jak wielu chemików z Galicji w tym czasie - do pracy w fabryce amunicji. W 1918 roku powraca do Lwowa i bierze udział w listopadowej obronie miasta. Rok później powraca do życia akademickiego na Wydział Rolniczo - Lasowy. Szybko awansuje, zostaje dziekanem i pod koniec dwudziestolecia rektorem Politechniki Lwowskiej. Podczas okupacji pozostaje w kontakcie z polskim podziemiem, prowadząc konspiracyjne zajęcia ze studentami. W 1944 zostaje zamordowany jego jedyny syn, a on sam aresztowany przez NKWD. Zwolniony wyjeżdża do Krakowa, a później do Wrocławia, gdzie rozpoczyna organizację nowego warsztatu pracy. Rozpoczęte tam prace nad terpenami przerywa przedwczesna śmierć niezwykłego człowieka, uczonego i patrioty.

Pierwsze lata po odzyskaniu niepodległości dostrzec można jako czas, w którym polska nauka i polska technika starały się nadrobić straty i upodobnić polskie instytucje naukowe do europejskich. Można uznać, że nie były to wysiłki bezowocne. Okres „dwudziestolecia” międzywojennego z punktu widzenia dziejów polskiej nauki i polskiej chemii był niezmiernie ważny dla powstawania zespołów naukowych powiązanych z uczelniami wyższymi, ale i z instytucjami oraz laboratoriami zlokalizowanymi przy niektórych zakładach przemysłowych. Dążenia zmierzające do powstawania silnych zespołów naukowych w Polsce datują się jednak jeszcze przed wybuchem I wojny światowej, a częściowo pojawiały się podczas jej trwania. W historii mówi się wiele o wysiłkach jednostek, które przygotowywały zbrojne siły w Polsce w przewidywaniu wojny i ukierunkowane na walkę niepodległościową. Z taką myślą powstawały drużyny Strzelca, Sokoła i innych organizacji kryptomilitarnych. Nie ma natomiast wzmianek o szczególnego rodzaju mobilizacji ludzi nauki. A nastąpił wtedy bezprecedensowy powrót polskich uczonych do kraju, co zaowocowało rzeczywistymi osiągnięciami naukowymi. Jeśli idzie o chemię, to co było w tym

czasie niezmiernie ważne - pracowano nie tylko w obszarze chemii czystej lecz także stosowanej.

Już przed wojną, bo w roku 1912 Katedrę Elektrochemii Technicznej i Chemii Fizykalnej obejmuje w Lwowskiej Szkole Politechnicznej Ignacy Mościcki. Był już wówczas znanym wynalazcą, autorem nowatorskich rozwiązań technicznych, w tym technologii bezpośredniej łukowej syntezy tlenków azotu i systemu wysoko wydajnej absorpcji. W Chippis w Szwajcarii uruchomił linię produkcyjną, z której wyszła pierwsza cysterna stężonego kwasu azotowego otrzymanego z powietrza i wody. Po przybyciu do Lwowa pracuje nad uruchomieniem instalacji wytwarzającej związku azotowe w oparciu o łukową syntezę cyjanowodoru. Zakład ten zlokalizowano w Jaworznie (pierwotnie projektowano tu uruchomienie wytwórni kwasu azotowego). Ze względu na bliskość źródeł ropy i gazu ziemnego oraz tradycyjne zainteresowania lwowskich chemików, poświęca Mościcki następne lata technologii przerobu ropy naftowej, udoskonalając proces rafinacji. Dużym jego osiągnięciem (w języku współczesnym dotyczącym zagadnień ochrony środowiska) jest w tym czasie opracowanie skutecznego sposobu rozdzielania emulsji wodno - węglowodorowych. Znanym sukcesem zespołu kierowanego przez Mościckiego jest uruchomienie poniemieckich zakładów azotowych w Chorzowie, przyznanych Polsce w ramach reparacji, a porzuconych przez personel niemiecki i pozbawionych jakiegokolwiek dokumentacji. Przy okazji Mościcki zmodernizował całkowicie proces wytwarzania karbidu. Ponieważ losy tego zakładu były uważnie śledzone poza Polską, pełne opanowanie technologii w tym na owe czasy w dużym i skomplikowanym zakładzie nie pozostało niedostrzeżone także poza krajem.

Warszawa szybko stała się ważnym polskim ośrodkiem naukowym w dziedzinie nauk chemicznych i to jeszcze podczas trwania I wojny światowej. Utworzeniu Królestwa Polskiego przez władze pruskie towarzyszyło zezwolenie na otwarcie wyższych uczelni w stolicy. Przybywający do Warszawy z zagranicy i cieszący się międzynarodowym uznaniem uczeni Polacy spowodowali, że z chwilą odzyskania niepodległości uczelnie Warszawy posiadały kadre na poziomie europejskim.

Dalekosiężne znaczenie miało powstanie w roku 1916 we Lwowie z inicjatywy Ignacego Mościckiego oraz Kazimierza Klina (ówcześnie docenta uniwersytetu, później profesora) prywatnego instytutu, a właściwie początkowo spółki prywatnej nazwanej „Metan”. Przyjęta formuła pozwalała na uniknięcie ingerencji rządowych czynników austriackich w działalność tej instytucji. A Mościcki od początku uważał, że powinna być ona załącznikiem przyszłego polskiego instytutu chemicznego o znaczeniu ogólnopolskim. W roku 1922 jednostka ta przeniesiona została jako państwowa do Warszawy i rozpoczęła tam działalność pod zmienioną nazwą. Był to Chemiczny Instytut Badawczy, który w okresie międzywojennym odegrał niezmiernie doniosłą rolę, a można zaryzykować tezę, że wtedy i tam powstające tradycje odcisnęły swoje piętno na kształcie i poziomie polskiej chemii przez pozostałą część stulecia. Można wymienić dla przykładu dwa kierunki technologiczne, które owocują do dziś. Jednym z nich jest chemiczna przeróbka węgla, drugim technologia związków azotowych. Pracownicy naukowcy Chemicznego Instytutu Badawczego osiągnęli w najtrudniejszych latach sukcesy międzynarodowe, a wielu z nich po roku 1945 stanęło do pracy w szkołach wyższych, instytutach,

biurach projektowych. Trzeba tu podkreślić, że m. in. ich działalność i zaangażowanie pozwoliło na odbudowę po drugiej wojnie światowej polskiego potencjału badawczego, przemysłowego i intelektualnego jak również na ograniczenie negatywnych zjawisk, jakie w przemyśle krajów pozostających pod dominacją ZSRR występowały w związku z podporządkowywaniem kraju interesom i naciskom zewnętrznym i wszechwładzą niekompetentnych funkcjonariuszy.

Do grona najwybitniejszych chemików polskich działających w XX wieku należał Wojciech Świątosławski (1881 - 1968). Działalność badawczą rozpoczął w okresie przed I wojną światową w Kijowie. Jako eksperymentator odznaczał się umiejętnością rejestracji niewielkich zmian badanych parametrów. Dla osiągnięcia wysokiej precyzji pomiaru budował oryginalne aparaty i urządzenia. Wspólnie z Alicją Dorabalską (1897 - 1975), pierwszą kobietą na katedrze uniwersyteckiej we Lwowie współpracowniczką Marii Skłodowskiej-Curie i pionierką badań małych efektów energetycznych, skonstruował mikrokalorimetr umożliwiający wyznaczanie energii promieniowania pierwiastków promieniotwórczych. Był prekursorem badań porównawczych, co znacznie ułatwiało zestawianie wyników uzyskiwanych w różnych miejscach i przy użyciu różnych aparatów. Jest twórcą co najmniej kilku działów eksperymentalnej chemii fizycznej, w tym zwłaszcza mikrokalorimetrii, (zorganizował m.in. laboratorium termochemiczne przy uniwersytecie w Moskwie, gdzie pracował po opuszczeniu Kijowa). Wysunął przyjętą przez Unię Chemii Czystej i Stosowanej (IUPAC) propozycję uznania kwasu benzoowego jako międzynarodowego wzorca termochemicznego. W tej międzynarodowej organizacji uzyskał godność wiceprezesa, był też w niej przewodniczącym komisji powołanych dla ustalania wzorców termochemicznych i badań kalorymetrycznych: Komisji Termochemicznej (1926 - 1934), Komisji Danych Fizykochemicznych (1934 - 1938), Komisji Wzorców (1936 - 1940). Opanowanie precyzyjnego pomiaru małych zmian temperatury doprowadziło Świątosławskiego do osiągnięcia uznanych wyników w ebuliometrii, metodzie opartej o zmianę temperatury wrzenia roztworów o różnym składzie. Wprowadził metody ebuliometryczne i azeotropowe do badania czystości wzorców, dzięki czemu prowadzone przez niego i jego szkołę badania pozwalały na uzyskiwanie wzorców o nieznannej poprzednio odtwarzalności właściwości.

W powojennej Warszawie został Świątosławski profesorem uniwersytetu. Do prac w Chemicznym Instytucie Badawczym zaproszono go, by zajął się badaniami w dziedzinie technologii węgla oraz składki i możliwości wykorzystania smoły węglowej. Podobno uważał początkowo, że w tej nieznannej mu dziedzinie nie sprostą oczekiwaniom. Okazało się jednak wkrótce, że ten niesłychanie wszechstronny uczonek i technolog uzyskał doniosłe wyniki, dzięki którym w okresie II wojny światowej zapewniono mu znakomite warunki badań w Instytucie Melona oraz na Uniwersytecie w Pittsburgu w Stanach Zjednoczonych. Jest on odkrywcą zjawiska poliazeotropii, a dokładne jego zbadanie umożliwiło wskazanie warunków przemysłowego rozdziału składników smoły węglowej, jak również innych złożonych mieszanin. Tematykę tę, kontynuowaną w Stanach Zjednoczonych czasu II wojny światowej, przeniósł ponownie do kraju i przez szereg lat była ona jedną z ważnych dziedzin aktywności naukowej Instytutu Chemii Przemysłowej w Warszawie, tworząc też

warunki ujawniania młodych talentów. Opracowana przez *Świętosławskiego* teoria koksowania stała się podstawą stosowanych powszechnie, nie tylko w Polsce, metod uzyskiwania mieszanek koksujących na podstawie węgla niekoksujących. *Wojciech Świętosławski* dwukrotnie wysuwany był do nagrody Nobla, której ostatecznie nie uzyskał.

Już okresie międzywojennym aktualne stały się badania nad zagadnieniami związanymi z procesami wielofazowymi i fizykochemią powierzchni. W Zakładzie Chemii Fizycznej Uniwersytetu Warszawskiego *Mieczysław Centnerszwer* (1874 - 1944) rozwinął badania stanów krytycznych w układach trójskładnikowych, *Konstanty Hrynakowski* doskonalił analizę termiczną układów wieloskładnikowych, zwłaszcza mających znaczenie farmakologiczne. W Zakładzie Chemii Fizycznej i elektrochemii Uniwersytetu Jagiellońskiego *Bogdan Kamiński* (1897 - 1973) rozpoczął od roku 1932 badania nad zagadnieniami związanymi z fizykochemią powierzchni, w tym na granicy faz ciecz - gaz oraz dwóch faz ciekłych. Wykazał, że liczba zorientowanych dipoli na granicy faz wpływa na aktywność powierzchniową elektrolitu. Badania te przyczyniły się do udoskonalenia metod flotacyjnych, a także miały wpływ na doskonalenie potencjometrycznych metod w analizie. Ale też stały się zalążkiem dociekań innych grup badawczych w Polsce, kierowanych później przez jego uczniów i współpracowników.

Zagadnienia elektrochemii były przedmiotem zainteresowań kilku znaczących ośrodków. Wspomnimy tu o niektórych zastosowaniach analitycznych, a zwłaszcza o polarografii. Rozwinął ją przede wszystkim *Wiktor Kemula* (1902 - 1985), podobnie jak wielu innych wybitnych polskich chemików - wychowanek *S. Tołłoczki* (któremu oddał znaczący hold, kontynuując wydawanie całkowicie przerobionych podręczników swego mistrza). Po pobycie w Pradze u *Jarostawa Heyrovsky'ego*, wynalazcy polarografii, upowszechnił ją również w Polsce, dokonując przy tym istotnych odkryć i ulepszeń. Stworzył m. in. nową gałąź tej dziedziny analizy - chromatopolarografię. Tzw. wisząca kropla rtęciowa znana jest w literaturze światowej jako elektroda *Kemuli*. Lubelska szkoła *Włodzimierza Hubickiego* (1914 - 1977), skądinąd znakomitego historyka chemii, zajmowała się również adaptacją metod polarograficznych w badaniach roztworów niewodnych. Zespół przez niego stworzony uzyskał znaczące wyniki w obszarze chemii pierwiastków rzadkich.

Niewątpliwie silny ośrodek o znaczeniu wykraczającym poza granice Polski stanowił zespół dwóch instytucji kierowanych we Wrocławiu przez *Włodzimierza Trzebiatowskiego* (1906 - 1982), poprzednio we Lwowie również współpracownika *Stanisława Tołłoczki*, a następnie profesora Uniwersytetu Jana Kazimierza. Były to: Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN oraz Międzynarodowe Laboratorium Silnych Pól Magnetycznych i Niskich Temperatur. Zajmowano się tu nowoczesnymi zagadnieniami w dziedzinie chemii i fizykochemii ciała stałego, w tym strukturą metali i stopów o właściwościach magnetycznych, doskonalono metody badań rentgenostrukturalnych. Współpracowała z nim żona, *Bogusława Jeżowska - Trzebiatowska*, poprzednio we Lwowie asystentka *Wiktora Jakóba* (1886 - 1971), pioniera badań związków kompleksowych w Polsce. Zajmowała się m. in. także we Wrocławiu tą wciąż dynamicznie rozwijającą się gałęzią wiedzy chemicznej. Wraz z zespołem badała w

szczególności katalityczne właściwości koordynacyjnych związków metali przejściowych. Badania te poprzedziło opracowanie mechanizmu działania wodorotlenków jako donorów elektronów oraz wykrycie rodnikowego charakteru tego procesu. Opracowała też koncepcję występowania mostków tlenowych w charakterze wiązań chemicznych.

Ódrębny temat stanowią osiągnięcia polskich uczonych w dziedzinie chemii teoretycznej i kwantowej. Jest oczywiste, że ten kierunek zaczął się rozwijać w Polsce dopiero po drugiej wojnie światowej. Niemniej pojawiły się w paru ośrodkach osoby, dzięki którym polskie osiągnięcia są wysoko notowane w opinii międzynarodowej. W tym miejscu wspomniemy o szkole prof. *W. Kołosa* z Uniwersytetu Warszawskiego. Wykonane przez niego (we współpracy z *Lutosławem Wołniewiczem* z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu) obliczenie energii wiązania molekuly wodoru okazały się dokładniejsze, niż uzyskane poprzednio na drodze eksperymentalnej i zmusiły późniejszego laureata nagrody Nobla, *Gerhardta Herzberga*, do zrewidowania i korekty uzyskanych poprzednio wyników.

Powracając do genezy niektórych osiągnięć w obszarze chemii stosowanej należy zauważyć powstanie w Chemicznym Instytucie Badawczym w Warszawie dość licznej grupy badawczej zajmującej się problematyką karbochemiczną. Na przypomnienie zasługują prace nad klasyfikacją węgla i badania procesu spiekania, prowadzone przez *Błażeja Rogę* i *Michała Chorążego*. Niewątpliwym ich przedłużeniem jest działalność kilku zespołów funkcjonujących na Górnym i Dolnym Śląsku. W Gliwicach i Zabrzu poważnymi ośrodkami w dziedzinie technologii węgla o znaczeniu przekraczającym granice Polski są: Politechnika Śląska oraz Instytut Chemicznej Przeróbki Węgla. W tym ostatnio wymienionym opracowano metodę półkoksowania i produkcji tzw. paliwa bezdymnego, która w ostatnich latach wzbudziła zainteresowanie inwestorów niemieckich, którzy przystąpili do współpracy w dalszych badaniach nad tym zagadnieniem. We Wrocławiu wiodący ośrodek znajduje się na Wydziale Chemicznym politechniki.

Okres dwudziestolecia międzywojennego - to intensywny rozwój badań - i inwestycji - w dziedzinie technologii związków azotowych. Tematykę azotową przywiózł do Polski *Ignacy Mościcki*, a kierowany przez niego zespół uruchamiający poniemieckie zakłady przemysłu azotowego w Chorzowie w latach dwudziestych XX wieku stał się szybko sprawny i wysoko kwalifikowaną grupą specjalistów. *Ignacy Mościcki*, niemal natychmiast po objęciu urzędu prezydenta państwa w roku 1926, spowodował powołanie *Eugeniusza Kwiatkowskiego*, najbliższego współpracownika z okresu chorzowskiego, na stanowisko ministra przemysłu i handlu. Ci dwaj ludzie stanowili tandem świetnie się rozumiejący i posiadający wspólną wizję rozwoju polskiej gospodarki, w której doniosłą rolę miała pełnić chemia. Był to niewątpliwie okres, w którym zagadnienie azotowe należało do czołowych, warunkujących bezpieczeństwo państwa. Powstała koncepcja budowy nowych zakładów azotowych w Świerczkowie pod Tarnowem (dziś Mościce, dzielnica Tarnowa), a następnie scalenie trzech zakładów: w Mościcach, Chorzowie i Jaworznie w jeden organizm gospodarczy z zapleczem projektowo - badawczym w postaci zakładów doświadczalnych w Tarnowie i Chorzowie. Została ona w krótkim czasie zrealizowana. Technologie i aparaturę dla Mościc

nabywano w innych krajach europejskich, częściowo wykorzystano pomysły *Mościckiego*, który już poprzednio ofiarował państwu polskiemu prawo do swoich patentów. W niektórych przypadkach okazało się niezbędne opracowanie oryginalnych własnych metod, wobec braku dostępu do szczególnie chronionych rozwiązań zagranicznych. W budowie zakładów azotowych pod Tarnowem uczestniczyły prawie wszystkie znaczące ośrodki chemiczne w Polsce, a przebieg uruchamiania inwestycji pilnie obserwowały zagraniczne ośrodki badawcze i przemysłowe, tak że sukcesy wdrożeniowe były wtedy widoczne w skali międzynarodowej. Uznanie towarzyszyła wyraźna niechęć. W ówczesnych Niemczech podjęto działania fiskalne i taryfowe, które miały uniemożliwić lub co najmniej utrudnić wejście polskich produktów chemicznych na rynki światowe. Zostały one określone nazwą wojny celnej, z której Polska wyszła zwycięsko m. in. dzięki szybkiej budowie portu w Gdyni, który uniezależnił kraj od tranzytu przez państwa ościenne.

Podczas budowy Mościc wprowadzono szereg udoskonaleń do nabywanych w drodze licencji technologii, okazało się konieczne opracowanie oryginalnych katalizatorów. Dokonano też udoskonaleń w budowie aparatury. Osiągnięcia te niejednokrotnie powielano za granicą. O ludziach, którzy tworzyli ten zakład pisano wiele. Tu zwrócimy uwagę na fakt, że *Tadeusz Hobler* (1899 - 1975), późniejszy profesor Politechniki Śląskiej w Gliwicach i członek PAN, a wtedy jeden ze współtwórców tych sukcesów, zatrudniony został w latach trzydziestych XX wieku na okres kilku lat przez międzynarodowy koncern Nitrogen Engineering Corp. w amerykańskim biurze konstrukcyjnym zlokalizowanym w Szwajcarii. Opracowane przez niego technologie neutralizacji kwasu azotowego amoniakiem oraz wytwarzania stężonego kwasu azotowego, (metoda HNH - Hydro Nitro Hobler), były w szerokim użyciu bez zmian w wielu krajach jeszcze długo po drugiej wojnie światowej. Pierwsza w skali globalnej instalacja do produkcji ciśnieniowej (0,8 MPa = 8 at) kwasu azotowego w Nera Montaro we Włoszech została zaprojektowana przez *Tadeusza Hoblera*, kierował on też jej budową i uruchomieniem. Przygotowane przez niego dwa dzieła z dziedziny inżynierii chemicznej: „Ruch ciepła i wymienniki” oraz „Dyfuzyjny ruch masy i absorbery” tłumaczone były na języki obce, w tym na język chiński. Zawierają one m.in. liczne oryginalne metody obliczeń zjawisk wymiany ciepła i masy. Pozostawił liczne grono uczniów, rozwijających w środowisku zagadnienia inżynierii - chemiczne, a posiadających obecnie uznanie międzynarodowe. Działają oni zarówno na Politechnice Śląskiej, jak i w Zakładzie Inżynierii Chemicznej PAN w Gliwicach, którym kieruje prof. *Andrzej Burghardt*.

Młodszy od *Tadeusza Hoblera* wybitnym specjalistą o międzynarodowym uznaniu z zakresu inżynierii chemicznej był profesor Politechniki Warszawskiej, *Janusz Ciborowski*. Szczególną domeną jego osiągnięć były techniki fluidyzacyjne. Stworzył również cieszącą się światowym uznaniem warszawską szkołę inżynierii chemicznej.

Do grona wybitnych twórców technologii chemicznej nieorganicznej i ogólnej na Politechnice Warszawskiej należało kolejno kilku profesorów. *Józef Zawadzki* (1886 - 1951) był m.in. autorem znakomitego podręcznika technologii nieorganicznej, który dziś jeszcze może stanowić pouczającą lekturę ze względu na głębokie oparcie prezentowanych metod na analizie strony procesowej. *Stanisław*

*Bretsznajder* (1907 - 1967), współtwórca jednej z metod wytwarzania tlenku glinu z surowców glinokrzemianowych i innych oryginalnych technologii, opracował własną koncepcję technologii chemicznej jako nauki wskazującej na ogólne prawidłowości projektowania i realizacji procesów. Jego następcą, *Stefan Weychert* zajął się m. in. problemem katalizy.

Kataliza stanowi jedną z niedocenionych specjalności (nawet w opinii wielu rodzimych chemików), w których polskie osiągnięcia są niepodważalne. Tradycje tej problematyki sięgają lat międzywojennych, a aktualnie co najmniej kilka ośrodków pracuje z sukcesami na tym polu. Można wymienić Zakład Katalizy PAN kierowany przez prof. *Habera* w Krakowie, Instytut Nawozów Sztucznych w Puławach współpracujący z politechnikami w Warszawie, Szczecinie, Gliwicach i Uniwersytetem im. M. Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Politechniki: Szczecińska, Wrocławska i inne.

Zapoczątkowane w związku z budową Mościc badania w dziedzinie technologii związków azotowych znalazły godną kontynuację również w drugiej połowie XX wieku. Tuż po II wojnie światowej wielu współpracowników zakładów azotowych w Mościcach, Chorzowie i Jaworznie znalazło się na stanowiskach kierowników zakładów i katedr co najmniej kilku politechnik. Odtworzono zakłady doświadczalne przy odbudowywanych fabrykach. Trzeba podkreślić, że polskim uczonym i inżynierom udawało się w tym okresie zrealizować przynajmniej częściowo własne koncepcje mimo nacisku, by stosować rozwiązania ujednolicane w oparciu o „wzory” płynące z b. ZSRR. Autorowi tego opracowania wiadomo, że odsunięty od wpływu *Eugeniusz Kwiatkowski* pozostawał w stałym kontakcie z działającymi czynnie technologami, a nierzadko inspirował ich poczynania. Wyraził kiedyś przeświadczenie, że ustroje nie są trwałe, a zbudowane na polskiej ziemi fabryki i wykształceni technologowie stanowią wartość nieprzemijającą.

Szereg rozwiązań w obszarze przemysłu azotowego znalazło zastosowanie w technologiach eksportowanych do wielu krajów, w tym do należących do grupy tzw. tygrysów dalekowschodnich, ale także do tak zasobnych we własne tradycje, jak Niemcy czy też USA. Należą tu instalacje do wytwarzania cyjanowodoru, amoniaku, kwasu azotowego. Jest rzeczą interesującą, że w dziedzinie technologii wytwarzania kwasu azotowego metodą ciśnieniową, w latach trzydziestych wprowadzoną przez *Tadeusza Hoblera* do praktyki przemysłowej, Polska ma nadal osiągnięcia na miarę międzynarodową. Rozwiązanie wdrożone przez Instytut Nawozów Sztucznych spełnia najostrzejsze wymagania techniczno - ekonomiczne i ekologiczne i jest przedmiotem eksportu.

Okres 1939 - 1945 był konsekwencją klęski militarnej, a równocześnie nowego rozbioru kraju między narodo - socjalistyczne Niemcy i Związek Socjalistycznych Republik Rad. Władze tych państw konsekwentnie niszczyły polską naukę i polską myśl techniczną, nie cofając się przed fizyczną eksterminacją najwybitniejszych uczonych. Uwięzienie w hitlerowskich obozach koncentracyjnych profesorów Uniwersytetu Jagiellońskiego, mord dokonany na profesorach lwowskich po zajęciu miasta przez wojska niemieckie w 1941 roku - to tylko część strat poniesionych przez naukę polską. Podobny los zgotowano w wielu miastach również miejscowym nauczycielom gimnazjalnym, a należy zauważyć, że wielu z nich było potencjalnymi kandydatami na katedry uniwersyteckie. Uczel-



nie Wilna i Lwowa były powoli lecz systematycznie przez władze sowieckie oczyszczane z uczonych polskich. Niektórych aresztowano, innych przesiedlano za Ural, a innych spotykał los bardziej niespodziewany. Można tu jako przykład przytoczyć losy lwowskiego profesora *Jakuba Parnasa*, który zachęcony został do przeniesienia się do Moskwy, gdzie obiecano dobre warunki pracy naukowej. W roku 1949, został zamordowany przez NKWD.

Te straty miały – podobnie jak zmienna sytuacja w kraju – wymierny wpływ na zahamowanie badań podstawowych w Polsce, ale jeszcze większy na zastój w przemyśle.

Po roku 1945 sytuacja w polskim przemyśle, w tym chemicznym, była dość złożona. Z jednej strony deklarowano potrzebę odbudowy, z drugiej jednak nie dowierzano przedwojennym specjalistom i powierzano kierownicze stanowiska osobom niekompetentnym. A w skali światowej najbliższe lata miały się okazać dla przemysłu chemicznego przełomowe. O ile poprzednio „wielki przemysł” chemiczny koncentrował się głównie na produktach nieorganicznych, obecnie następował olbrzymi rozwój w dziedzinie związków organicznych. Dawniejsze rafinerie zaczęły się przekształcać w zakłady petrochemiczne, a docenienie znaczenia tworzyw sztucznych oraz wzrost wiedzy o mechanizmach reakcji i o możliwych sposobach kontrolowanego wytwarzania wielu związków węgla spowodowały całkowitą zmianę sposobu postrzegania chemii i technologii organicznej. Dotyczy to zwłaszcza polimerów. Zagadnienie to jest omawiane oddzielnie przez najbardziej kompetentnego znawcę przedmiotu. Tu zauważamy, że w klasycznej chemii organicznej, która poprzednio pokrywała się częściowo z biochemią, polscy uczeni mieli znaczące osiągnięcia. Dotyczy to m. in. technologii wytwarzania barwników i półproduktów. Obecnie przed chemikami organikami stało nowe wyzwanie. Mieszanina tlenu węgla i wodoru, zwana gazem do syntez, poprzednio wytwarzana głównie przez zgazowanie węgla i zużywana przede wszystkim – po konwersji do wodoru – w produkcji amoniaku, stała się źródłem wielkiej liczby substancji, wytwarzanych w zależności od użytego katalizatora i narzuconych warunków procesu. Teraz zmienił się także surowiec. Stał się nim gaz ziemny – metan. Metan wyparł też całkowicie karbid w procesie otrzymywania acetyleny jako półproduktu do dalszych syntez. Wielkoprzemysłowa synteza mocznika spowodowała, że ten związek, uważany za typowo organiczny, stał się przedmiotem syntezy w zakładach związków azotowych jako jeden ze sztucznych nawozów mineralnych. Ale i „mała” chemia organiczna uległa radykalnym zmianom. Całkowitemu przekształceniu uległy: przemysł farmaceutyczny, przemysł kosmetyczny, przemysł środków czystości. Pojawiła się olbrzymia liczba nowych związków, przekraczająca możliwości dokładnego zbadania ich właściwości użytkowych. Wystarczy przypomnieć, że o ile jeszcze pół wieku temu oceniano liczbę znanych związków chemicznych na 300 000, o tyle obecnie jest ich co najmniej 20 milionów, nie licząc możliwych izomerów, których liczba trudna jest do oszacowania.

Niewątpliwie bezpośrednio po roku 1945 brak było jasnej koncepcji rozwoju przemysłu chemicznego. Nawet pobieżne przesłedzenie dziejów polskiej chemii przemysłowej w drugiej połowie XX wieku potwierdza, że i później występowały nieustanne zmiany priorytetów związane bardziej z względami propagandowymi i uzależnieniem politycznym niż z potrzebami ekonomicznymi. Negatywne

przykłady były dobrze znane i dyskutowane, jakkolwiek trudno było się im przeciwstawić. Czy wiele osób dziś pamięta, że w ramach reparacji przywieziono do Oświęcimia linie produkcji benzyny syntetycznej metodą Fischera - Tropscha? Wkrótce okazało się, że jest to technologia bez przyszłości, przynajmniej w warunkach, gdy podaż ropy naftowej zaczęła gwałtownie wzrastać. Dla dawnego przemysłu statystycy wskazywali jako miarę rozwoju w ogóle – produkcję stali, a dla przemysłu chemicznego wskaźnikiem takim była produkcja kwasu siarkowego. W związku z tym ambicją rządzących była budowa hut, a także żądano – jeszcze przed odkryciem siarki tarnobrzeszkiej – rozbudowy instalacji do wytwarzania kwasu siarkowego bez względu na koszty inwestycyjne, surowcowe i eksploatacyjne. Materiałem wyjściowym miały być krajowe gipsy i anhydryty. Po uruchomieniu zakładu w Wizowie, wielkim osiągnięciem miała być fabryka w dolinie Nidy. Technologię i aparaturę zamówiono w ZSRR i sprowadzono, by nigdy nie podjąć nawet prób budowy fabryki.

Po pewnym czasie ukierunkowano się na eksport węgla, a przy jego przerobieniu na miejscu jedynie koksoownictwo było uprzywilejowane. Zrezygnowano całkowicie z chemicznego wykorzystania smoły węglowej, jakkolwiek w tej dziedzinie powstały z własnej inicjatywy niektórych badaczy bardzo interesujące i w owym czasie z pewnością rokujące ekonomiczny sukces, rozwiązania kompleksowe. Poważną szkodę przyniosły umowy, dotyczące tzw. podziału zadań między krajami należącymi do bloku wschodniego. Zgodzono się wtedy na przekazanie niektórym krajom sąsiednim niektórych technologii małotonazowych, z reguły opłacalnych. Polska miała specjalizować się w wielkiej chemii, wymagającej poważnych inwestycji i amortyzującej się bardzo wolno.

Mimo tych przeszkód rozwinął się przemysł farmaceutyczny, w którym dla znanych leków opracowano metody niechronione zastrzeżeniami patentowymi. Modernizował się przemysł półproduktów i barwników, a z wyrobów nieorganicznych opanowano technologie wytwarzania pigmentów dobrej jakości i spełniających warunki związane z koniecznością eliminowania składników toksycznych. Przeszkodą rozwoju „małej chemii” była forsowana teza, że środki uzyskane z eksportu węgla pokryją wszystkie potrzeby dewizowe budżetu, jak się wkrótce okazało, całkowicie fałszywa.

W tej złożonej sytuacji nie można pominąć faktu, że istniały też spektakularne sukcesy polskich projektantów i technologów dowodzące umiejętności szybkiego opanowywania mało dotychczas rozwiniętych metod i doprowadzanie ich do poziomu zapewniającego cenny prestiżowo i opłacalny ekonomicznie eksport myśli technologicznej, projektów i gotowych instalacji, w tym całych fabryk. Dodajmy, że i w centralnych urzędach znaleźli się specjaliści rozumiejący rzeczywistą rację stanu polskiej chemii i przynajmniej częściowo neutralizowali błędne w założeniu decyzje polityczne.

To z kolei zaowocowało niewątpliwymi sukcesami w kraju i za granicą.

Odkrycie i rozpoczęcie eksploatacji tarnobrzeszkiej siarki skierowało wysiłki technologów ku technologii uszlachetniania samej siarki oraz produkcji kwasu siarkowego; przyczyniło się też do rozwoju przemysłu fosforowego. Był to jeszcze okres boomu na siarkę. Powstały wówczas rozwiązania unikalne, świadczące o wysokich kwalifikacjach polskich uczonych i inżynierów. Wspomniemy tu

tylko, że opracowano całkowicie oryginalną wersję eksploatacji podziemnej siarki ze złóż litych, a także doprowadzono do perfekcji technologię podwójnej (nawet potrójnej) katalizy, pozwalającej na minimalizację emisji ditlenku siarki. Technologia ta stała się następnie przedmiotem eksportu w postaci zakładów „pod klucz”, tak że obecnie duży ułamek produkcji kwasu siarkowego w skali globalnej opiera się na polskich instalacjach. Podobny sukces odniosła polska metoda granulowania siarki autorstwa zespołu prof. *Haliny Leszczyńskiej*.

Problem przerobu rud fosforowych w Polsce budził wiele kontrowersji. Z jednej strony istniejące w Polsce fabryki superfosfatu były przestarzałe, a współczesne opinie o nawożeniu uzasadniają stosowanie nawozów wyspecjalizowanych, równocześnie zapobiegających wprowadzaniu do gleby całego balastu zbędnych, a niekiedy nawet szkodliwych substancji zawartych w rudzie fosforytowej lub apatytowej. Z drugiej natomiast – wytwarzaniu podstawowego surowca dla dalszych procesów, tj. kwasu fosforowego metodą „mokrą” towarzyszy powstawanie bardzo kłopotliwego odpadu – fosfogipsu. Powoduje to, że niektóre państwa rozwinięte popierają lokalizację zakładów przemysłu fosforowego w innych krajach przy stosownym udziale własnego kapitału. Nie włączając się do tej dyskusji należy stwierdzić, że w Polsce powstała poważna baza aparaturowa i technologiczna dla produkcji związków fosforowych, wykształciła się wyspecjalizowana kadra o wysokich kwalifikacjach. Klasyczne już technologie były systematycznie rozwijane i doskonalone, a problematyce możliwych sposobów utylizacji fosfogipsu poświęcono wiele uwagi. Opracowano też warianty utylizacji niektórych uciążliwych w przerobie surowców fosforowych, co było dostrzeżone i nagrodzone nawet na wystawie międzynarodowej w Brukseli. Badaniami nad technologią związków fosforowych zajmował się Instytut Chemii Nieorganicznej w Gliwicach, Politechnika Wroclawska, Akademia Ekonomiczna we Wrocławiu oraz inne instytucje badawcze i uczelnie.

Osiażnięciach z ostatnich lat w dziedzinie technologii związków azotowych już była częściowo mowa. Prócz rozwiązań związanych z ciśnieniową metodą produkcji kwasu azotowego należy wspomnieć o eksporcie projektów dużych instalacji do wytwarzania amoniaku (Instytut Nawozów Sztucznych w Puławach), a udoskonalenie syntezy mocznika nastąpiło również w wyniku nowatorskich prac nad kinetyką i termodynamiką tego procesu, zrealizowana przez zespół *Józefa Szarawary* z Politechniki Śląskiej.

Na uwagę zasługują też uznane na forum międzynarodowym polskie prace nad problemem ograniczania higroskopijności, zbrylalności i wybuchowości azotanu amonu.

Polska była tradycyjnie producentem sody (uwodnione go węglanu disodu). Przedwojenna największa fabryka, własność koncernu Solvaya w Borku Fałęckim (obecnie dzielnica Krakowa), została kilka lat temu zamknięta. W latach trzydziestych nową technologię wytwarzania sody, omijającą ważne jeszcze zastrzeżenia patentowe Solvaya, opracowano w Chorzwie. W okresie po 1945 roku centrum polskiego przemysłu sodowego znajduje się na Kujawach. Badania, związane z rozwojem i modernizacją technologii prowadziło kilka instytucji naukowych, w tym Politechnika Łódzka. Największy jednak udział w sukcesach tej technologii należy do Uniwersytetu w Toruniu. Uzyskane wyniki wykorzystywano przede wszystkim w kraju, ale okazały się konkurencyjne na rynku mię-

dzynarodowym i wytwórnie sody kalcynowanej w oparciu o polską technologię funkcjonują m. in. w Turcji i Brazylii.

W powyższym przeglądzie nie mogła się zmieścić nawet część godnych uwagi osiągnięć i opracowań. Chciałbym tu choćby zasygnalizować niektóre takie wydarzenia. Jednym z nich jest opracowanie kompleksowej technologii wytwarzania związków fluoru w oparciu o czterofluorek krzemu powstający podczas przerobu fosforytów (zespół kierowany przez *Władysława Augustyna* z Politechniki Śląskiej i Instytutu Chemii Nieorganicznej w Gliwicach). Osobnej refleksji wymagałoby nowe, kompleksowe podejście do zagadnienia nawożenia i wprowadzenie do obrotu nowych postaci nawozów mineralnych, wysoko wyspecjalizowanych (Instytut Nawozów Sztucznych w Puławach, współpracujący z grupą *Henryka Góreckiego* z Politechniki Wrocławskiej, Instytutem Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa i Akademią Rolniczą we Wrocławiu). W związku z potrzebami Polskich Odczynników Chemicznych (początkowo nazwa zakładu brzmiała: Fabryka Odczynników Chemicznych) dziesiątki chemików z własnego zakładu doświadczalnego opracowywało oryginalne metody syntezy substancji nieraz rzadkich lub o specjalnej czystości.

W niniejszym opracowaniu koncentrowano się dotąd głównie na osiągnięciach w obszarze chemii ogólnej i technologii nieorganicznej, jakkolwiek z pewnością łatwo wykazać pominięcie wielu ważnych osiągnięć. Autorzy nie czują się kompetentni, aby choćby częściowo wypunktować najważniejsze osiągnięcia w dziedzinie chemii organicznej. A przecież wielu chemików - organiczków cieszy się światowym uznaniem, niektóre nazwiska trafiły do podręczników i monografii o zasięgu światowym (np. reakcja *Mąkoszy*).

W zakresie technologii organicznej dokonano bardzo wiele zarówno w niemal wszystkich ośrodkach uczelnianych, jak i w instytutach badawczych, z których przykładowo można wymienić Instytut Ciężkiej Syntezy Chemicznej w Blachowni lub Instytut Chemii Przemysłowej im. Ignacego Mościckiego w Warszawie. To, co odbiło się szerokim echem w chemicznych kręgach w kraju i poza jej granicami, to kilka spektakularnych osiągnięć. Należą do nich: doprowadzenie do rozruchu nabytej, a jak się okazało nieużytecznej technologii półspalania metanu do acetyleny dla Zakładów Azotowych w Mościcach. Naukowcy z Politechniki Wrocławskiej wraz z pracownikami fabryki dokonali tak poważnych zmian, że technologia stała się przedmiotem eksportu.

Podobny los czekał instalację do produkcji epichlorohydryny, stosowanej przy wytwarzaniu żywic epoksydowych. Tym razem sukces zawdzięczać można zespołom z Instytutu Ciężkiej Syntezy Chemicznej w Blachowni i Politechniki Szczecińskiej. Technologię wytwarzania drugiego z półproduktów dla tej produkcji - bisfenolu A (dianu) opracowano również w wymienionym instytucie, a obie zostały skomercjalizowane w kilku krajach europejskich i azjatyckich. Wysoka jakość bisfenolu okazała się wystarczająca do wprowadzenia go jako surowca do produkcji poliwęglanów w zastosowaniu do produkcji płyt kompaktowych.

Oryginalna bezodpadowa metoda wytwarzania cykloheksanonu, półproduktu niezbędnego do produkcji włókien poliamidowych, uważana jest za największy sukces polskich technologicznych grup badawczych w ostatnich latach.. Zespoły Instytutu Chemii Przemysłowej w War-

szawie, współpracując z zakładami azotowymi w Mościcach i Puławach pod osobistym kierunkiem prof. Stanisława Ciborowskiego rozwiązały pomyślnie ten trudny problem. Technologia jest przedmiotem eksportu. Należy dodać, że w toku tych prac opracowana została całkowicie oryginalna metoda produkcji hydroksylaminy, a dzięki opracowaniu komplementarnych technologii kaprolaktamu, cykloheksanolu, kwasu adypinowego (z udziałem Instytutu Chemii Nieorganicznej w Gliwicach, Biura Projektów Prosynchem i Zakładów Azotowych w Chorzowie) przygotowano całość technologii podstawowych ukierunkowanych na produkcję włókien nylonowych®. Wyeksportowano te technologie również do kilku krajów Europy i Azji, znajdują się one w pakiecie ofert wielkich firm zajmujących się komercjalizacją nowych technologii.

Opracowana w Instytucie Chemii Przemysłowej w Warszawie we współpracy z Instytutem Nawozów Sztucznych w Puławach oraz Zakładami Azotowymi w Tarnowie bezropuszczalnikowa metoda wytwarzania trioksanu i politrioksanu (tworzywo Tarnofom) okazała się nowoczesna pod względem prostoty, oszczędności aparatury, a także jest czysta ekologicznie.

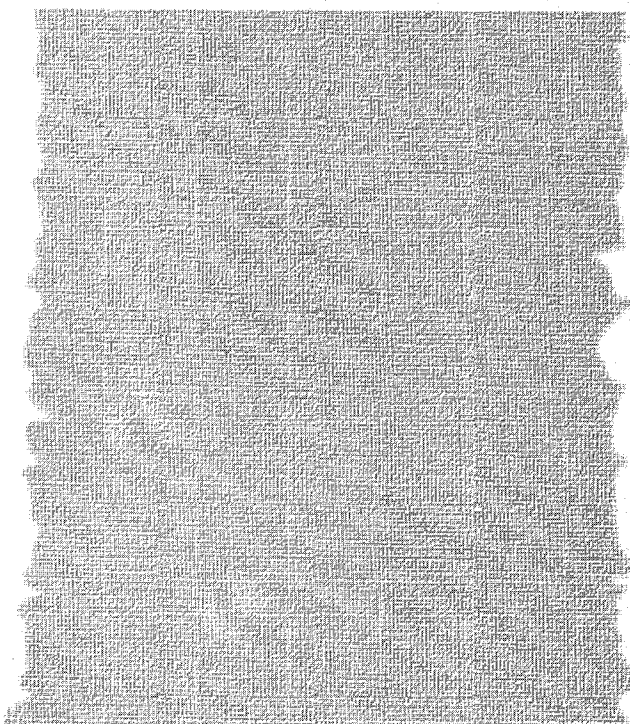
Wymienione tu technologie organiczne nie wyczerpują nawet w części listy osiągnięć polskiej myśli technologicznej. Wybrano przykłady, które potwierdzają, że wbrew wielu rozpowszechnianym opiniom, instytucje zwane jednostkami naukowo-badawczymi z dziedziny chemii oraz uczelnie wyższe koncentrują kadrę specjalistów o najwyższych kwalifikacjach, sprawną w działaniu i potrafiącą współpracować. Efektem są osiągnięcia wykraczające znaczeniem poza granice Polski. Nasze technologie znajdują odbiorców w rozwiniętych i posiadających duże tradycje chemiczne krajach Europy i Ameryki, a także w dynamicznych i poszukujących atrakcyjnych rozwiązań krajach Dalekiego Wschodu. Jest to tym cenniejsze, że do roku 1989 klauzulą tajności objętych było wiele badań i wyników, a wymiana myśli naukowej ze światem zewnętrznym - ograniczona.

W tym opracowaniu starano się unikać wprowadzania nazwisk osób żyjących i czynnych zawodowo, jakkolwiek w paru miejscach uczyniono wyłom od tej zasady. Nie znaczy to, by niewymienieni byli mniej Wielcy. Także wśród tych, którzy już odeszli, nie wykazano osiągnięć i znaczenia wielu luminarzy chemii i technologii. Właściwie można by napisać cały tekst od nowa posługując się często innymi przykładami, faktami, a przede wszystkim wskazując na inne osoby. Trzeba też mieć na uwadze, że polska chemia to także niewzmiankowane tu obszary, jak choćby chemia i technologia ciała stałego, fotochemia, chemia i technologia plazmy, i inne całkowicie tu pominięte, lub jak elektrochemia, zaledwie zaznaczona. Innym problemem, niewątpliwie trudnym dziś jeszcze do rozstrzygnięcia, jest udział Polaków i osób urodzonych w Polsce w badaniach poza granicami kraju. A przecież wielu z nich zdobywało wykształcenie, a nierzadko stopnie i tytuły naukowe w Polsce. Wymiesione stąd kwalifikacje owocują - obok osobistych predyspozycji i zdolności - osiągnięciami, o których wiedzą w Polsce na ogół tylko specjaliści. A może czasem warto dostrzec, że np. sir Harold Walter Kroto, brytyjski chemik i współodkrywca fullerenów, laureat nagrody Nobla z roku 1996, pochodzi z Krotoszyna.

W opracowaniu chodziło w sumie o to, by przypomnieć i pokazać, jak mimo trwających dwieście, a może nawet więcej lat przeszkód, klęsk narodowych i światowych, nauka polska i rodzima myśl technologiczna wykazują dużą żywotność i nierzadko mogą być skomercjalizowane. Ich znaczenie i wartość są godne uwagi i wsparcia co najmniej takiego, jakie jest udziałem nauki w innych krajach współczesnego świata.

## Literatura

1. Hurwic J.: Maria Skłodowska - Curie i promieniotwórczość. Wydawnictwo Edukacyjne, Warszawa 1993.
2. Kabzińska K.: Kamienie milowe na drodze rozwoju chemii w mijającym stuleciu. *Przem. Chem.* 2000, 79, Nr 1, s. 21.
3. Kolsut W.: Opracowanie niepublikowane, Warszawa 2000.
4. Kruska F., Wartalski A.: Historia polskiego przemysłu nieorganicznego. Seria: Karty z historii polskiego przemysłu chemicznego, t. 4, CHEMPRESS SITPChem, Warszawa 1996.
5. Książkiewicz S.B.: Przemysł chemiczny na ziemiach polskich w latach 1815 - 1918. Seria: Karty z historii polskiego przemysłu chemicznego, t. 1. CHEMPRESS SITPChem, Warszawa 1995.
6. Mierzecki R. (red.): Szkoły naukowe chemików polskich. PTChem, Warszawa 1993. Materiały IV Szkoły Historii Chemii, Karpacz 1990 i V Seminarium Historii Chemii (Pieczyńska 1993). W tomie 24 prace różnych Autorów.
7. Praca zbiorowa: Politechnika Lwowska 1844 - 1945. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1993.
8. Sas J., Skowroński B.: Opracowanie niepublikowane, Puławy 1999.
9. Śródka A., Szczawiński P.: Biogramy uczonych polskich. Cz. III: Nauki ścisłe. Ossolineum, Wrocław, Warszawa ... 1986.
10. Śródka A., Szczawiński P.: Biogramy uczonych polskich. Cz. III: Nauki techniczne. Ossolineum, Wrocław, Warszawa ... 1988.
11. Zamecki S.: Chemia, część rozdziału „Rozwój nauk szczegółowych, nauki matematyczno - fizyczne” w: Historia nauki polskiej pod red. B. Suchodolskiego, tom IV 1863 - 1918, część III; red. tomu: Z. Skubala - Tokarska.
12. Zimowski A.: Przemysł chemiczny na ziemiach polskich w latach 1918 - 1918. Seria: Karty z historii polskiego przemysłu chemicznego, t. 2. CHEMPRESS SITPChem, Warszawa 1995.



# Chemii w mijającym stuleciu

prof. dr Adam BIELAŃSKI

Moją wypowiedź dotyczącą najważniejszych osiągnięć w obszarze chemii w XX w. ograniczę do tej dziedziny, która jest mi najbliższa, to jest do chemii nieorganicznej. Mijający wiek, okres dynamicznego rozwoju wszystkich działów chemii, przyniósł także gruntowną zmianę podstaw chemii nieorganicznej, rozwój dawnych i powstawanie nowych kierunków, a także nowe syntezy o znaczeniu wręcz historycznym dla całej ludzkości.

Dzięki zatarciu granic pomiędzy chemią a fizyką, granic sztucznie zbudowanych przez człowieka, chemia nieorganiczna włączyła w swoje pole widzenia nowe pierwiastki otrzymane w drodze sztucznej, otrzymała wyjaśnienie struktury atomu, a w konsekwencji wyjaśnienie zadziwiających korelacji pomiędzy własnościami pierwiastków, których wyrazem jest układ periodyczny Mendelejewa – jedno z największych osiągnięć chemii XIX w. Powstanie i rozwój mechaniki kwantowej dały chemii nieorganicznej nową i płodną w zastosowaniach teorię wiązań chemicznych uwzględniającą ich wielką różnorodność. Nowe metody badawcze: rentgenografia strukturalna, różnego rodzaju metody spektroskopowe, jak np. IR, UV-VIS, NMR, RPR, analiza termiczna itd., pozwoliły na określenie struktury związków chemicznych i ich właściwości z nieznaną dawniej precyzją.

Prace A. Wernera na początku stulecia zapoczątkowały rozwój chemii koordynacyjnej, której pojęcia przenikają dzisiaj cały obszar chemii nieorganicznej. Pogłębiono znajomość większości pierwiastków. Poznano np. szczegółowo strukturę i własności odmian siarki. Wyjaśniono strukturę odmian węgla elementarnego i zrealizowano marzenie dawnych chemików – syntezę diamentu; wykryto nową odmianę tego pierwiastka – fulleren, a raczej fullereny. Rozwinięto szeroko chemię fosforu, krzemu i boru. Otrzymano związki helowców, ksenonu i argonu. Rozwinięto chemię ciała stałego i syntezę katalizatorów. Na pograniczu z chemią organiczną powstała chemia metaloorganiczna, a na pograniczu z biologią – chemia bionieorganiczna. Listę znaczących, znakomych osiągnięć chemii nieorganicznej i jej zastosowań w XX w. można rozszerzać jeszcze daleko. Sądzę jednak, że w ankiecie „Chemika” idzie raczej o wymienienie wydarzeń o najbardziej przełomowym znaczeniu, tak więc w mojej – siłą rzeczy bardzo osobistej – wypowiedzi pragnę się zatrzymać na dwóch syntezach, opartych o szerokie badania podstawowe i technologiczne, które wpłynęły i wpływają na życie ogromnej liczby mieszkańców naszego globu. Bez pierwszej z nich – syntezy związków azotowych z azotu atmosferycznego – nie dosz-

łyby do skutku „zielona rewolucja”, sukces współczesnej agrotechniki; bez drugiej – opanowania syntezy ultra czystych substancji, a w szczególności produkcji ultra czystego krzemu – nie doszłoby do rewolucji informatycznej, którą właśnie teraz na przełomie wieków przeżywamy. Obydwie syntezy zostały poprzedzone i umożliwione przez szerokie badania podstawowe i technologiczne.

Prace nad syntezą amoniaku z pierwiastków prowadzone przez F. Habera wymagały szerokich badań wstępnych nad równowagami w układzie  $H_2-N_2-NH_3$ , żmudnego poszukiwania najodpowiedniejszego katalizatora (A. Mittash) oraz rozwinięcia techniki wysokociśnieniowej, opanowanie której było zasługą C. Boscha. Produkcja amoniaku została uruchomiona w skali półtechnicznej w 1911 r.; w 1915 r. osiągnęła produkcję roczną 35 000 ton. Metoda Habera i Boscha produkcji amoniaku przerabianego także na kwas azotowy (dzięki opracowaniu przez W. Ostwaldta katalitycznego spalania  $NH_3$  na tlenki w 1903 r.) jako tańsze źródło azotu dla przemysłu nawozowego i przemysłu materiałów wybuchowych wyeliminowała z użycia inne, znacznie droższe, energochłonne metody wiązania azotu atmosferycznego w łuku elektrycznym lub też za pośrednictwem cyjanamidu wapnia. W okresie po II wojnie światowej został znacznie obniżony koszt wytwarzania wodoru opartego obecnie głównie na przeróbce gazu ziemnego. Synteza amoniaku z pierwiastków pozwoliła na zbudowanie przemysłu nawozów azotowych, których produkcja w latach 1994/1995 wynosiła rocznie 80,4 mln ton. Bez tych nawozów nie byłoby możliwe wyżywienie rosnącej ludzkości naszego globu, a dzisiejsza strefa głodu byłaby wielokrotnie większa.

Drugie osiągnięcie chemii XX w., które uważam za równie ważne, to – jak już wspomniano – otrzymanie krzemu o najwyższej osiągalnej czystości. Wiąże się ono z odkryciem przez J. Bardeena, W. H. Bardaina i W. Shockley'ego w 1947 r. efektu tranzystorowego w próbkach półprzewodzącego germanu, wkrótce potem wykorzystanego w elektronice. Okazało się jednak, że do budowy tranzystorów nadaje się jeszcze lepiej elementarny krzem, surowce dla otrzymania którego są dostępne w nieograniczonej ilości, podczas gdy german jest rozproszony w przyrodzie i tylko wyjątkowo występuje w postaci minerałów bogatych w ten pierwiastek. Doprowadzenie 98-procentowego krzemu otrzymywanego w pierwszym etapie do wymaganej czystości 1 obcego atomu na  $10^9$  do  $10^{10}$ , a nawet  $10^{12}$  atomów krzemu było znakomitym osiągnięciem naukowym i technologicznym. Do istotnych kroków na tej drodze należą oczyszczanie na drodze destylacji trichlorosilanu  $SiHCl_3$ , jego redukcja wodorem, hodowla monokryształów metodą naszego rodaka Czochralskiego i wielokrotne powtarzanie topienia strefowego. Krzem i german w ten sposób uzyskane należą do najczystszych substancji, jakie w ogóle się otrzymuje. Bez ultra czystego krzemu nie mogłaby rozwinąć się współczesna mikroelektronika: cyfrowe układy scalone, procesory do komputerów, układy pamięci; niemożliwe byłoby to ogromne rozpowszechnienie komputerów wszelkiego rodzaju, które już dzisiaj wywiera ogromny wpływ na warunki życia i pracy milionów obywateli naszego globu.

Warto dodać na zakończenie, że krzem elementarny czysty, ale nie ultra czysty, odegra zapewne w XXI w. jeszcze inną, doniosłą rolę – jako materiał do budowy baterii sonecznych, które mogą stać się ważnym źródłem taniej energii produkowanej w sposób przyjazny dla środowiska naturalnego.

**Adam Bielański** (ur. 1912 r. w Krakowie), studia chemii na UJ. W latach 1936–1939 asystent w Katedrze Chemii Fizycznej i Elektrochemii ówczesnej Akademii Górniczej, 1945–1964 adiunkt, profesor nadzwyczajny i profesor zwyczajny w Katedrze Chemii Nieorganicznej AGH, 1964–1983 profesor chemii nieorganicznej na Wydziale Chemii UJ. Od 1983 r. profesor w Instytucie Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN w Krakowie.

Autor około 180 publikacji naukowych z dziedziny fizykochemii ciała stałego i katalizy heterogenicznej oraz podręczników uniwersyteckich.

Aktualnie prowadzi badania nad katalizą na heteropolikwasach – Cząstek rzeczywisty PAN, członek czynny PAU.

## prof. dr hab. Andrzej BARAŃSKI

### Osiągnięcia światowe w obszarze chemii

1. *Fritz Haber* (chemik, Niemcy) i *Carl Bosch* (chemik, Niemcy), nagroda Nobla  
Realizacja przemysłowej syntezy amoniaku, która uratowała ludzkość od głodu oraz zapoczątkowała:
  - rozwój wysokociśnieniowej chemii przemysłowej
  - rozwój katalizy przemysłowej (*A. Mittash*, chemik, Niemcy)
  - zastosowanie termodynamiki do projektowania technologicznego procesów przemysłowych
2. *H. Staudinger* (chemik, Niemcy), nagroda Nobla  
Pionierskie prace z chemii polimerów. Odkrycie łańcuchowej ich budowy, co dało początek nauce o polimerach i umożliwiło sterowany rozwój przemysłu tworzyw sztucznych.
3. *J. D. Watson* (biolog, USA) i *F. H. C. Crick* (biofizyk, Anglia)  
Ustalenie struktury kwasu dezoksyrybonukleowego (DNA), co umożliwiło rozwój genetyki.

### Osiągnięcia światowe w obszarze chemii dokonane przez Polaków

1. *Maria Skłodowska-Curie*  
Odkrycie radu i polonu oraz określenie ich własności

uhonorowane nagrodą Nobla w dziedzinie chemii w 1911 roku.

2. *Włodzimierz Kołos*  
Pierwszy laureat nagrody Międzynarodowej Akademii Nauk Kwantowo-Molekularnych (1967) za obliczenie energii wiązania cząsteczki wodoru metodami chemii kwantowej.

Andrzej Barański, magister chemii (1955), doktor nauk przyrodniczych (1961), habilitowany w zakresie chemii fizycznej (1965), Profesor zwyczajny Wydziału Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego. Kierownik Pracowni Trwałości i Degradacji Papieru Środowiskowego Laboratorium Analiz Fizykochemicznych i Badań Strukturalnych UJ, stypendia zagraniczne: NRC Ottawa (1968 - 1970), Haldor Topsøe Laboratories, Kopenhaga (1974), Utica College of Syracuse University (1992). Organizator i długoletni kierownik Środowiskowego Laboratorium UJ (1972 - 1995). Autor około 90 prac naukowych. Specjalność: kinetyka chemiczna układów heterogenicznych. Obszary zainteresowań: katalizatory syntezy amoniaku, redukcja tlenków żelaza, utlenialność elektrod grafitowych, termoprogramowana desorpcja, degradacja celulozy.

## prof. dr hab. inż. Henryk GÓRECKI

Wiek XX w chemii stanowił okres rozwoju wiedzy o podstawach teoretycznych zjawisk i przemianach substancji chemicznych, a jednocześnie był to okres wdrażania do praktyki przemysłowej nowych rozwiązań w coraz większych i sprawniejszych jednostkach produkcyjnych.

Analizując rozwój chemii, w tym okresie wyraźnie można rozróżnić fazy rozwojowe tej dziedziny. Pierwsze dwie dekady – to kształtowanie się wielu koncepcji technologicznych, poszukiwanie nowych rozwiązań w oparciu o analizy termodynamiczne oraz przy wykorzystaniu opracowywanych teorii. Kolejne dekady – to intensywne procesy wdrożeniowe, tworzące silną branżę chemiczną.

W połowie wieku następuje rozwój procesów związanych z wykorzystaniem petrochemii oraz bardzo intensywny rozwój przemysłu nawozowego. Druga połowa wieku, to wiele znaczących odkryć w zakresie biochemii i biotechnologii, a także powstanie nowych obszarów badań teoretycznych oraz eksperymentalnych przy wykorzystaniu technik komputerowych.

Powstające nowe kierunki rozwojowe, takie jak chemia supramolekularna oraz nanotechnologia, otwierają nowe możliwości oraz perspektywy. Nowe zadania, ale również ograniczenia wynikające z konieczności ochrony środowiska kształtują rozwój przemysłu chemicznego, który tradycyjnie należy do branż o dużej dynamice rozwojowej.

Wykorzystując osiągnięcia naukowe, przemysł chemiczny dostosowuje swoje programy badawcze oraz produkcję dla potrzeb innych przemysłów, a także dla określonych

potrzeb społecznych i gospodarczych. Bardzo często nowe produkty, ale również rozwiązania technologiczne odkryte i opracowane w laboratoriach chemicznych, oferowane są do nowych zastosowań w innych dziedzinach i branżach przemysłowych.

Za jedno z największych osiągnięć naukowych, którego wdrożenie przemysłowe rozwiązało wiele problemów technicznych, gospodarczych, a nawet społecznych, można uznać opracowanie podstaw teoretycznych i technologicznych procesu syntezy amoniaku. Rola i znaczenie tej technologii w chwili obecnej nie jest właściwie doceniana, gdyż – paradoksalnie dzięki rozwojowi przemysłu nawozowego, w tym zwłaszcza przemysłu azotowego bazującego na syntezie amoniaku – problemy związane z zapewnieniem wyżywienia dla ludności świata nie są przedmiotem alarmów środków masowego przekazu. W chwili obecnej światowa produkcja nawozów zapewnia uzyskiwanie plonów, zwłaszcza zbóż, na poziomie zapewniającym zapotrzebowanie na żywność. Warto tu przytoczyć statystyczny fakt, który pojawił się w połowie lat 80. XX wieku. W okresie tym nastąpiło przecięcie się krzywych wzrostu populacji z krzywą wielkości światowych plonów, która całkowicie jest skorelowana z wielkością produkcji nawozów. Od tego momentu, w skali globalnej, problem zapewnienia żywności dla ludności świata został w dużym stopniu opanowany. Z całą pewnością można stwierdzić, że bez osiągnięć trzech uczonych: *Fritza Habera*, *Carla Boscha*, a także *Waltera Hermana Nernsta*, nagrodzonych

niezależnie Nagrodami Nobla, taki efekt byłby po prostu niemożliwy. Opracowanie podstaw fizykochemicznych metody, faza weryfikacji tej technologii w warunkach modelowych, a także zdumiewający tryb wdrożenia i u powszechnienia tej technologii należy do najciekawszych kart historii chemii.

Na początku XX wieku do najważniejszych zadań stawianych laboratoriom chemicznym było opracowanie syntezy związków azotu z gazów syntezowych. Projekty o nazwie „NITROGEN-FIXATION PROCESSES” finansowane przez czołowe firmy chemiczne, takie jak: Ampere Electrochemical Company, Badische Anilin und Soda Fabric (BASF), NORSK HYDRO Norway, Rocky Creek Hydroelectric, American Cyanamid Co., doprowadziły do uruchomienia w skali przemysłowej w ciągu pierwszej dekady XX wieku metod wiązania azotu do tlenków przy wykorzystaniu wyładowań w łuku elektrycznym, a także wykorzystaniu przemian azotu w tzw. Cyanamide Process oraz Cyanide Process. Mimo wdrożeń w skali rzędu kilkuset tysięcy ton, trwały intensywne poszukiwania rozwiązania prostszego, o wyższej efektywności ekonomicznej. W 1903 roku młody uczoney – *Fritz Haber*, pracujący w Karlsruhe Technische Universität – uzyskuje grant badawczy z chemicznej firmy z Wiednia, której właścicielami byli bracia *Marquies*. Przy współudziale studenta *G. Van Oordta*, *F. Haber* odkrywa możliwość przebiegu reakcji syntezy amoniaku przepuszczając gazy nad opilkami żelaza w tyglu porcelanowym w temperaturze około 1000°C. Ujawnione przez *F. Habera* dane równowagowe oraz sugestie odnośnie do perspektywicznych możliwości spotkały się z wyjątkowo stanowczą krytyką ze strony wybitnego fizykochemika *W. Nernsta* z Uniwersytetu w Berlinie. W odpowiedzi na sceptyczne oceny *Nernsta* danych równowagowych, *F. Haber* wraz z asystentem *R. Le Rossignolem* przeprowadza syntezę amoniaku w temperaturze 500 – 600°C, przy ciśnieniu 20 MPa z udziałem katalizatora, uzyskując znacznie większy stopień przemiany. Wyniki tych doświadczeń nie przekonały *Nernsta*, który sam podjął prace eksperymentalne wykorzystując katalizator manganowy oraz ciśnienia w zakresie 4,0 do 7,5 MPa i temperatury w przedziale 700 – 1000°C. Rywalizacja i wzajemna krytyka tych dwóch badaczy sprawiła, że opracowano bardziej efektywne katalizatory i uściślono optymalne warunki procesowe. O- kreślona przez *F. Habera* koncepcja procesu technologicznego już w fazie badań laboratoryjnych stanowiła perfekcyjne rozwiązanie, zakładające nie tylko optymalizację procesu, zawrót strumienia nieprzereagowanych gazów, ale także wykorzystanie ciepła produktów do ogrzewania strumienia gazów syntezowych. Już w 1908 roku *F. Haber* uzyskuje środki na projekt pilotowy od firmy BASF, która w tym czasie wspólnie z NORSK HYDRO realizowała projekt wdrożenia metody syntezy amoniaku w łuku elektrycznym.

Delegowanie *Carla Boscha*, pracownika firmy BASF, do weryfikacji danych i oceny pracy instalacji modelowej w Karlsruhe, pracującej z wykorzystaniem katalizatora osmowego, było przełomowym momentem w podjęciu decyzji o wycofaniu się firmy BASF z realizacji metody łuku elektrycznego i intensyfikacji prac nad ciśnieniową syntezą amoniaku z udziałem katalizatorów. Przejęcie przez *C. Boscha* roli koordynatora doprowadziło do wzbogacenia przez niego technologii, poprzez procedurę przygotowania i oczyszczania gazów syntezowych, projekt oryginalnego reaktora, a także przygotowanie nowego katalizatora, bę-

dącego mieszaniną magnetytu i glinu oraz tlenku wapnia. W niezwykle szybkim tempie rozwiązano problem właściwego doboru materiałów do konstrukcji instalacji ciśnieniowej. Już w 1911 r. w fabryce w Oppau produkowano kilka tysięcy ton amoniaku w ciągu roku. W roku 1917 zwiększono produkcję do poziomu 70 tys. ton amoniaku. Równocześnie w wyniku wojennego zapotrzebowania na saletrę amonową, w 1916 r. uruchomiono w Leuna drugą fabrykę o zdolności już 200 tys. ton NH<sub>3</sub>/r. W pełni należy się zgodzić z opinią *L. E. Nelsona* prezentowaną w monografii „History of US Fertilizer Industry”: „Proces syntezy, mimo że doczekał się wielu modyfikacji, wciąż w swojej bazowej strukturze jest wdrażany jako proces *Habera-Boscha*, który stanowił rewolucję w technologii nawozów i spowodował w niezwykle krótkim czasie zamknięcie innych fabryk stosujących mniej efektywne technologie”.

Przemysł chemiczny charakteryzuje się niezwykleą chłonnością na nowe rozwiązania technologiczne, których wdrożenie powoduje zamykanie wytwórni o gorszych parametrach technologicznych. Można tu przytoczyć opinię inż. *Eugeniusza Kwiatkowskiego* (Technologia Chemiczna Nieorganiczna. Praca Zbiorowa, PWN 1965, 16): „W najnowszej historii przemysłu chemicznego znane są wypadki zaniechania budowy dalece zaawansowanej fabryki, z powodu opanowania nowej, znacznie sprawniejszej metody. Nie jest to przejaw jakiejś chaotycznej rywalizacji wewnątrz tego przemysłu – odwrotnie, zjawisko to wynika przede wszystkim z tendencji racjonalistycznych, które przenikają każdy szczegół pracy przetwórczej w przemyśle chemicznym. Ten właśnie nakaz spowodował dążność do zastępowania procesów okresowych ciągłymi, wykorzystania produktów ubocznych, wykorzystania zasobów energii odpadowej”.

Henryk Górecki, absolwent Wydziału Chemicznego Politechniki Wrocławskiej (1970). Doktorat z zakresu technologii chemicznej nieorganicznej (1974), habilitacja z zakresu technologii związana z opracowaniem bezodpadowych metod przetwarzania surowców fosforowych (1981). Tytuł profesora nauk technicznych uzyskuje w 1988 roku, a stanowisko profesora zwyczajnego w 1995 r.

W latach 1982 – 1987 pełnił funkcję dyrektora Instytutu Technologii Nieorganicznej i Nawozów Mineralnych Politechniki Wrocławskiej. Obecnie, drugą kadencję pełni funkcję dziekana Wydziału Chemicznego. Od 1992 roku jest przewodniczącym Rady Naukowej Instytutu Chemii Nieorganicznej w Gliwicach, a w latach 1996 – 1999 był wiceprzewodniczącym Rady Naukowej Instytutu Nawozów Sztucznych w Puławach. W latach 1992 – 2000 przewodniczący członek Sekcji Technologii Chemicznej Komitetu Badań Naukowych, obecnie członek zespołu T9 KBN. Od 1993 r. jest Rzecznikiem i biegłym z lity Ministra Ochrony Środowiska.

Pełniąc funkcję kierownika Zakładu Chemii dla Rolnictwa kieruje wieloma projektami badawczymi z zakresu technologii nieorganicznej, nawozów mineralnych, utylizacji odpadów, ekotoksykologii. Zakład, którym kieruje wyposażony jest w nowoczesny sprzęt analityczny wykorzystywany do identyfikacji skażeń środowiska, określenia składu próbek biologicznych i środowiskowych. Jest autorem lub współautorem ponad 200 prac i 45 patentów. Wiele rozwiązań technologicznych opracowanych w Zakładzie Chemii dla Rolnictwa zostało wdrożonych w przemyśle.

Równie częstym powodem uruchamiania nowych technologii były względy polityczne, w tym głównie ograniczony dostęp do konkretnych surowców w okresie konfliktów wojennych.

Do najważniejszych osiągnięć XX wieku, oprócz syntezy amoniaku, można – moim zdaniem – zaliczyć opracowanie przez *Friedricka Bergiusa* (1912) technologii wytwarzania benzyny syntetycznej przez katalityczne uwodornianie węgla, opracowaną przez *P. Dudena* i *J. Hessa* (1914) technologię wytwarzania syntetycznego kwasu octowego, propozycję *Thomasa Midgley'a* (1921) wykorzystania przeciwstukowych właściwości trójetylenku ołowiu jako dodatku do benzyny, opracowanie i wdrożenie przez firmę B. F. Goodrich technologii syntetycznej benzyny przez *Waldo Lonsbury Semon*a (1926), opracowanie przez *Paula Hermann*a *Dielsa* i *Kurta Adlera* syntezy dienowej (1927), wdrożenie przez firmę *Socony – Vacuum* i *Sun Oil* technologii katalitycznego krakingu do otrzymywania benzyn z ropy naftowej opracowanej przez inżyniera amerykańskiego *Eugene Houdry'ego* (1936), wdrożenia patentu *Wallace Hume Carothersa* w firmie *DuPont* na otrzymywanie nylonu, pierwszego syntetycznego włókna, a także metody wytwarzania włókna poliestrowego przez *Johna Reya Winfielda* (1941) oraz włókna akrylowego – orlonu według technologii opracowanej przez *Wiliama Hale Churcha* (1950). Do niezwykle ważnych osiągnięć zaliczyć należy wdrożenie taniej metody wytwarzania polietylenu niskociśnieniowego metodą katalityczną opracowaną przez *Karla Zieglera* (1953). Do najnowszych ważnych osiągnięć wdrożonych w skali przemysłowej z pewnością należy proces wytwarzania fullenerów opracowany przez *Donald*a *Huffmana* i *Wolfganga Krätschmera* (1990). Również do ważnych osiągnięć należy zaliczyć technologię wytwarzania DDT opracowaną przez *Paula Müllera*, laureata Nagrody Nobla, mimo, że w latach 70. niezbędne okazało się zaprzestanie tej produkcji i zastąpienie tego preparatu środkami ochrony roślin nowej generacji.

Do niezwykle ważnych osiągnięć w dziedzinie chemii zaliczyć niewątpliwie należy opracowanie metod oraz urządzeń do identyfikacji składu i formy substancji, a także metod ilościowej analizy. Metody te wykorzystano nie tylko w technologii chemicznej, ale dzięki nim nastąpił rozwój wielu innych obszarów wiedzy, w takich dziedzinach jak: medycyna, uprawa roślin, hodowla, weterynaria, zootechnika, kryminalistyka. Rozwój metod analitycznych umożliwił właściwy wybór surowców, a także stanowił podstawę do oceny jakości produktów i ustalenie zgodności z ustanowionymi normami. Już w pierwszych latach XX wieku opracowano wiele norm czystości produktów chemicznych. Takim przykładem jest wydany przez firmę *Merck* z *New Jersey* w 1914 roku zbiór norm „*Chemical Reagents, Their Purity and Tests*”. Rozwój metod analitycznych był możliwy dzięki opracowaniu metod instrumentalnych, a także konkretnych urządzeń. Wymienić tu należy opracowanie w 1909 roku przez chemika duńskiego *Sorena Petera Lauritza* skali „pH”, a w 1930 r. przez *Arnolda Beckmana* pehametru. Badacz ten 10 lat później zastosował w praktyce laboratoryjnej spektrofotometr. Do ważnych osiągnięć w tym zakresie należy zaliczyć również opracowane przez *Josepha Wiliama Debye'a* metody badania ciał polikrystalicznych, przy wykorzystaniu dyfrakcji promieni rentgenowskich na sieciach krystalicznych, a także zastosowaniu w 1919 r. przez *Francisa Williama Astona* spektrometru masowego do analizy składu izoto-

powego substancji. Zastosowane przez amerykańskiego uczonego *Isaaca Rabi* (1935) metody rezonansu magnetycznego oraz opracowania metod chromatografii gazowej przez *Arthur*a *J. P. Martina* (1952) znacznie wzbogaciło możliwości badawcze w obszarze chemii.

Niezwykle duży wkład w rozwój metod badawczych w zakresie termochemii i kalorymetrii wniósł polski uczoney *Wojciech Alojzy Świętosławski*, dwukrotnie zgłaszany jako kandydat do Nagrody Nobla. Opracowane przez niego nowe typy kalorymetrów i mikrokalorymetrów, nowe rozwiązania ebulliometrów, a także wybitne prace nad eutektykami i polieutektykami – kreują go jako twórcę nowoczesnej termochemii.

Nowe możliwości analizy i interpretacji zjawisk, a także badań strukturalnych, pojawiły się wraz z rozwojem techniki komputerowej. Pionierskie prace *Dorothy Crowfoot Hodkin* zapoczątkowane w 1949 r. do określenia budowy penciliny, a także szereg dalszych prac, za które uczona uzyskała Nagrodę Nobla w 1964 r., zapoczątkowały rozwój swoistej wirtualnej chemii umożliwiającej analizę komputerowych modeli związków i ich przekształceń w cyberprzestrzeni. Prace *Johanna Gesteigera* z Uniwersytetu Erlanger stanowiły podstawę opracowania programu neuronowej sieci oraz bazy danych umożliwiającej analizę możliwości przebiegu reakcji chemicznych w określonych warunkach fizykochemicznych. Metody komputerowe umożliwiają przewidywanie właściwości nowych związków chemicznych. Prace *Wiliama Jorgensena* z Uniwersytetu Yale oraz *Jamesa Hendricksona* z Uniwersytetu Bradeis umożliwiły opracowanie programu o nazwie „*CAMED*” i „*SYNGEN*” pozwalającego, przy wykorzystaniu sieci neuronowej, ocenę możliwości przebiegu różnych reakcji oraz optymalizację nie tylko warunków technologicznych, ale nawet analiz kosztowych różnych syntez. W 1987 r. Nagrodę Nobla za pionierskie prace nad konstruowaniem kompleksów molekularnych uzyskali chemicy amerykańscy *Donald Cram*, *Charles Pedersen*, *Jean Marie Lehn* z Uniwersytetu w Strasburgu. Wyniki badań tych uczonych uznaje się za początek chemii supramolekularnej określanej jako wiedzę o projektowaniu wiązań międzycząsteczkowych oraz struktur przydatnych do konstruowania urządzeń w nanoskali.

Drugim kierunkiem badań są prace nad opracowaniem komputera molekularnego zapoczątkowane przez pioniera nanotechnologii *K. Erica Drexlera*, zmierzające do tworzenia struktur podobnych do układów mikroelektronicznych pozwalających na budowę megaprocesora o możliwościach operacyjnych przewyższających aktualne rozwiązania komputerowe.

Wdrożenie nowych technologii, produkcja nowych związków, a także konstrukcje coraz sprawniejszych i mniej uciążliwych dla środowiska instalacji przemysłowych byłyby niemożliwe bez dysponowania podstawami teoretycznymi procesów chemicznych. Pierwsze dekady wieku obfitowały w rozwój teorii umożliwiających określanie struktur i modeli ciała stałego (*William Debye*), sformułowanie teorii wiązań kowalencyjnych (*Gilbert Newton Lewis*), określenie teorii przewodnictwa elektrolitycznego (*Peter Debye* i *Eric Hücke*), protolitycznej teorii kwasów i zasad (*Johannes Nicolas Brönsted*). Do znaczących osiągnięć można również zaliczyć prace *Wilhelma Ostwalda* wzbogacające teorię elektrolitów oraz sformułowanie wspólne z *J. Van't Hoffem* i *S. Arrheniusem* teorii dysocjacji. Duże znaczenie dla określenia struktury cząstek oraz

teorii wiązań chemicznych, teorii rezonansu chemicznego mają prace *Linusa Carl Paulinga*, za które uzyskał Nagrody Nobla w dziedzinie chemii oraz nagrodę pokojową.

Wkład polskich chemików w rozwój chemii jest na miarę możliwości, jakimi dysponowały krajowe placówki badawcze. Wiele osiągnięć polskich chemików, w tym zwłaszcza pracujących w zachodnich uniwersytetach, wzbogaciło listę odkryć. Oprócz docenionych i szeroko upowszechnionych dokonań *Marii Skłodowskiej-Curie*, na listę światowych odkryć wpisują się teorie formułowane przez *Kazimierza Fajansa*, który wprowadził pojęcie „energii hydratacji jonów”, a także, niezależnie od chemika brytyjskiego *Fredericka Soddiego* zaproponował tzw. regułę przesunięć, upowszechnioną pod nazwą reguła przesunięć *Soddiego-Fajansa*, tłumaczącej przemiany w rodzinie pierwiastków promieniotwórczych.

Chemik polskiego pochodzenia, *Tadeusz Reichstein*, niezależnie od *W. N. Hawortha*, pierwszy dokonał syntezy kwasu askorbinowego (1933), a także wyizolował kortyzon i inne hormony kory nadnercza. W dziedzinie biochemii – wybitne osiągnięcie *Davidy Keilina*, uczonego brytyjskiego polskiego pochodzenia, który odkrył cytochrom, pigment występujący w organizmach roślinnych i zwierzęcych oraz określił podstawy wiedzy o hematytach.

Do światowych osiągnięć zalicza się dokonania amerykańskiego biochemika polskiego pochodzenia *Kazimierza Funka*, uważanego za twórcę nauki o witaminach, autora nazwy tych związków, a także badacza, który pierwszy wyizolował witaminę B.

## proj. dr hab. inż. Zbigniew JEDLIŃSKI

Badania polimerów naturalnych syntezowanych przez enzymy w przyrodzie były przedmiotem badań chemików już w XIX wieku.

Niektóre z naturalnych polimerów, jak np. celuloza, po odpowiedniej modyfikacji chemicznej na drodze estryfikacji lub eteryfikacji grup wodorotlenowych, były wykorzystane w praktyce do produkcji sztucznych włókien i mas plastycznych. Inne jak polipeptydy, kwasy nukleinowe, poliestry alifatyczne z kwasu hydroksymasłowego (PHB) są nadal przedmiotem dalszych intensywnych badań prowadzonych przez chemików, biologów i lekarzy – z uwagi na ich ważne funkcje w procesach życiowych.

Wiek XX przyniósł polimery syntetyczne otrzymywane początkowo na drodze polikondensacji. Jednym z pierwszych był bakelit, produkt kondensacji fenoli z formaldehydem stosowany do dzisiaj jako materiał elektroizolacyjny. W latach 30. opanowano przemysłowe metody polimeryzacji wielu monomerów otrzymując polichlorek winylu, poliolefiny i polidieny dla produkcji syntetycznych kauczuków, syntetyczne włókna, tworzywa konstrukcyjne i inne materiały o różnych właściwościach i ważnych zastosowaniach technicznych. Obraz współczesnego świata i niebawem postęp techniczny kształtuje ta nowa grupa materiałowa, jaką są polimery.

Przed trzema miesiącami Europejska Federacja Towarzystw Chemicznych (FECS) opublikowała listę najwybitniejszych chemików pracujących i żyjących w dwudziestym wieku w Europie [1].

Znalazły się na tej liście nazwiska 44 znamienitych

Wymieniając polskie osiągnięcia nie można pominąć wkładu polskich technologów w rozwój metod przetwarzania surowców mineralnych, produkcji nawozów oraz wytwarzania kwasu siarkowego. Prace doświadczalne oraz wdrożenia przemysłowe *Ignacego Mościckiego* w zakresie syntezy związków azotu w łuku elektrycznym, a także metody produkcji związków cyjanowych, świadczą o wysokim poziomie naukowym oraz umiejętności wdrażania wiedzy technologicznej do praktyki przemysłowej. Za oryginalne rozwiązanie należy również uznać metody wytwarzania związków glinu opracowane przez *Stanisława Bretschneidera* oraz *Józefa Zawadzkiego*, a także metodę katalityczną azotowania karbidu opracowaną przez *F. L. Polzeniusza*.

Znacznie trudniej jest w chwili obecnej ustalić autorstwo technologii lub rozwiązań stosowanych w nowoczesnych instalacjach. Większość projektów realizowana jest przez duże, często interdyscyplinarne zespoły, a oferowane licencje lub gotowe obiekty identyfikuje się z nazwami firm lub koncernów, które skrzętnie ukrywają istotę stosowanych rozwiązań, traktując wkład myśli naukowej i technicznej jako część wartości technologii.

Zdaję sobie sprawę z subiektywności prezentowanej oceny, którą przedstawiłem z pozycji chemika technologa współpracującego z przemysłem nawozowym i nieorganicznym. Myślę, że zbiór ocen i opinii sformułowanych przez specjalistów z różnych dziedzin da jednak wszechstronny obraz rozwoju chemii w mijającym wieku.

chemików europejskich, laureatów Nagród Nobla, w tym 4 twórców chemii i technologii polimerów, a mianowicie: *H. Staudingera*, *K. Zieglera*, *G. Natty*, *H. Siemionowa*. Wybór tych najwybitniejszych z wybitnych nie był łatwy tym bardziej, że wielu znamienitych chemików XX wieku dalej pracuje, a żyjący nie byli brani pod uwagę w rankingu opracowanym przez Fundację Europejskich Towarzystw Chemicznych.

Nasuwa się pytanie, czy w obszarze chemii oraz technologii chemicznej nie było polskich uczonych, których nazwiska zasługiwałyby na wyróżnienie i umieszczenie na

**Zbigniew Jan Jedliński** (ur. w 1922 r. w Warszawie) jest absolwentem Politechniki Gdańskiej (1949). Doktorat - Politechnika Gdańska - 1955, habilitacja - Politechnika Gdańska - 1958, tytuł profesora zwyczajnego - 1971. Jest autorem 65 patentów w tym zagranicznych: USA, Anglia, Szwecja, Niemcy, Hiszpania oraz ponad 300 publikacji.

Członek korespondent PAN - 1971; członek Królewskiego Towarzystwa Chemicznego, Wielka Brytania - 1978; członek rzeczywisty PAN - 1981; doktor Honoris Causa - Uniwersytet Jassy Rumunia - 1998; Laureat medalu zagranicznych H.F. Marka i Dobereina, Zagranicznych Akademii Nauk, Nagrody państwowe zespołowe II stopnia - 1964, 1978, 1986; Nagroda państwowa indywidualna - 1984.

W dorobku prof. Z. J. Jedlińskiego są wdrożone technologie przemysłowe - w przemyśle chemicznym i okrętowym oraz Nagrody I stopnia MEN (4x) Nagroda I st. MON, Krzyż Komandorski z Gwiazdą Polonia Restituta, Krzyż AK i inne.

Zainteresowania: teatr, żeglarsstwo, narty.



liście czterdziestu czterech najwybitniejszych uczonych opracowanej przez FECS? Trzeba brać pod uwagę fakt, że nie mieliśmy dotychczas noblistów z nauk ścisłych poza *M. Skłodowską-Curie*. Ponadto należy uwzględnić sytuację polityczną Polski, która przez wiele lat XX wieku znajdowała się pod obcą okupacją i nie była niepodległym państwem. W związku z tym pierwsze większe ośrodki badań w dziedzinie polimerów zaczęły powstawać w Polsce dopiero po drugiej wojnie światowej w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych.

W artykule *Kazimierza Cybulskiego* opublikowanym w *Przemśle Chemicznym* [2] w 1963 r. podano cenne informacje o prowadzonych w Polsce w latach trzydziestych badaniach na temat syntezy kauczuku z butadienu w Chemicznym Instytucie Badawczym (ChIB) w Warszawie przez inż. *W. Szukiewicza* i jego zastępcę inż. *K. Cybulskiego* oraz kilkunastoosobowy zespół. Opracowano wtedy metodę pirolizy alkoholu etylowego na oryginalnym katalizatorze ( $MgO + SiO_2$ ) i syntezę butadienu ze znaczną wydajnością. W wyniku emulsyjnej polimeryzacji butadienu z katalizatorem sodowym lub potasowym uruchomiono w 1938 r. produkcję syntetycznego kauczuku tzw. „Keru” o zdolności produkcyjnej 150 t/rok z docelową zdolnością 1000 t/rok. Polska stała się wraz z Niemcami i Rosją Sowiecką przodującym w tej dziedzinie krajem w Europie.

Równoległe do powiększania skali produkcji polibutadienu, zespół badawczy prof. *K. Smoleńskiego* z inż. *K. Cybulskim* i inż. *J. Wilgą* opracował metody kopolimeryzacji butadienu z innymi komonomerami jak styrenem, akrylonitrylem i uruchomił produkcję kopolimerów w skali półtechnicznej uzyskując kilka patentów. Wojna i okupacja przerwała prowadzone badania, a pracownicy rozproszeni. Prof. *K. Smoleński* został rozstrzelany przez Niemców w więzieniu warszawskim na Pawiaku. Kilku pracowników zespołu zginęło w wyniku działań wojennych, kilku wyjechało za granicę.

Tymczasem polskimi patentami na oryginalną produkcję syntetycznego kauczuku zainteresował się przemysł zagraniczny. W kwietniu 1940 r. włoska firma zawiera umowę na zakup licencji i uruchamia produkcję wg polskich patentów w wytwórni w Ferrarze, wypłacając pierwsze raty należności za licencję.

Inż. *W. Szukiewicz*, który brał udział w rozmowach we Włoszech, wyjechał następnie do USA – gdyż firma *Publicker Alcohol Co* – uruchomiła produkcję butadienu wg polskiej metody. Część należności za licencję z tego tytułu wpływa na konto ambasady polskiej w USA, a po wojnie w 1946 roku – prof. *M. Świderek*, ówczesny dyrektor powojennego Instytutu Przemysłu Chemicznego wykorzystuje część tych środków na zakup nowoczesnej aparatury, czasopism i książek dla Instytutu.

Niewątpliwym sukces w badaniach nad syntetycznym kauczukiem przed 1940 r., sprzedaż licencji do krajów o

wysokim poziomie naukowym i technicznym (Włochy i USA) świadczą o bardzo wysokim poziomie polskiego opracowania, co nie powinno być zapomniane. Te dobre tradycje były kontynuowane w kraju, w tym także w Instytucie Chemii Przemysłowej i innych placówkach badawczych w latach powojennych. Trudno opisać tu wszystkie sukcesy polskich chemików, ograniczę się zatem do krótkiego wymienienia tych, które były pozytywnie ocenione przez kompetentne gremia, takie jak Komitet Nagród Państwowych, i które przyniosły wymierne korzyści techniczne i finansowe w wyniku wdrożonych do produkcji technologii i sprzedanych licencji. Jest ich sporo. I tak:

- ◆ Zespół prof. *S. Ciborowskiego* z Instytutu Chemii Przemysłowej otrzymał Nagrody Państwowe (dwukrotnie) – w dziedzinie techniki i postępu techniki technologii cykloheksanonu, ważnego surowca do produkcji polimerów. Licencje na produkcję sprzedane zostały do kilkunastu krajów w Europie i Azji. W opracowaniach tych brał udział zespół Instytutu Chemii Przemysłowej oraz pracownicy naukowcy i technicy Zakładów Chemicznych ZA w Tarnowie i w Puławach.
- ◆ Zespół Instytutu Ciężkiej Syntezy Organicznej w Błachowni Śląskiej (wraz z pracownikami Politechniki Szczecińskiej i Zakładów Chemicznych w Bydgoszczy) otrzymał Nagrodę Państwową w dziedzinie techniki za opracowanie technologii i wdrożenie do produkcji epichlorohydrynu, surowca do syntezy żywic epoksydowych<sup>1)</sup>. Znaczna część produkowanych żywic epoksydowych przeznaczona jest obecnie na eksport.
- ◆ Zespół Instytutu Ciężkiej Syntezy Organicznej w Błachowni Śląskiej otrzymał Nagrodę Państwową w dziedzinie techniki za opracowanie oryginalnej metody produkcji Dianu – surowca do produkcji żywic epoksydowych<sup>2)</sup>. Zostały sprzedane licencje.
- ◆ Zespół Laboratorium Badawczego Zakładów Azotowych w Tarnowie otrzymał Nagrodę Państwową w dziedzinie techniki za opracowanie metody syntezy polifluoroetyleny (polskiego teflonu)<sup>3)</sup>.
- ◆ Zespół Centrum Chemii Polimerów PAN w Zabrzu otrzymał Nagrodę Państwową w dziedzinie techniki wraz z Zespołem Pracowników z Zakładów Chemicznych w Dębicy za opracowanie technologii i wdrożenie do produkcji nowych chemo- i termoodpornych tworzyw poliestrowych (w tym tak zwanych polimerów segmentowych)<sup>4)</sup>. Technologie były zastrzeżone 2 patentami polskimi, 3 patentami amerykańskimi, patentem niemieckim, patentem hiszpańskim, patentem brytyjskim i patentem włoskim. Te oryginalne polimery przetwarzane były w Zakładach „Metalchem” w Toruniu i wykorzystane w produkcji wielkogabarytowej aparatury chemicznej, takiej jak reaktory chemiczne, zbiorniki i rurociągi chemooodporne, pompy, reaktory fermentacyjne, silosy etc. Wyroby eksportowane są do krajów Europy Zachodniej i trwa kooperacja z firmami krajów zachodnich, np. w Szwecji (sprzedane licencje).
- ◆ Zespół Instytutu Okrętowego Politechniki Gdańskiej, Stoczni Marynarki Wojennej w Gdyni oraz Centrum Chemii Polimerów w Zabrzu otrzymały Nagrodę Państwową w dziedzinie techniki za za-

<sup>1)</sup> Zespołem kierował *Jerzy Wasilewski* (1986)

<sup>2)</sup> Zespołem kierował *Maciej Kiedik* (1984)

<sup>3)</sup> Zespołem kierował *Stefan Kupiec* (1984)

<sup>4)</sup> Zespołem kierował *Zbigniew Jedliński* (1978)

<sup>5)</sup> Zespołem kierował *Edward Ossowiecki* (1986)

<sup>6)</sup> Zespołem kierował *Zbigniew Jedliński* (1964)

<sup>7)</sup> *Zbigniew Jedliński* (1984)

projektowanie, przebadanie i uruchomienie seryjnej produkcji nowego typu trałowców dla Polskiej Marynarki Wojennej<sup>5)</sup> (polska flotylla trałowców zbudowanych całkowicie z tworzyw sztucznych włączona została w 1999 r. do floty NATO).

- ◆ Zespoły: Centrum Chemii Polimerów w Zabrzu i Instytutu Przemysłu Tworzyw i Farb otrzymały Nagrodę Państwową w dziedzinie postępu technicznego za opracowanie i uruchomienie produkcji asortymentu farb okrętowych<sup>6)</sup> (produkcja antyimportowa i proeksportowa).
- ◆ Pracownik Centrum Chemii Polimerów PAN w Zabrzu otrzymał Nagrodę Państwową indywidualną w dziedzinie nauki za cykl prac nad syntezą nowych polimerów i mechanizmami polimeryzacji, a w szczególności za opracowanie syntezy kilku rodzajów nowych polimerów, w tym tzw. polimerów segmentowych<sup>7)</sup>, które odnotowano w literaturze światowej.

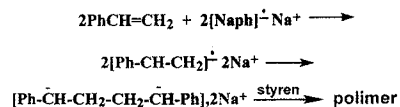
Liczba przyznanych najwyższych wyróżnień państwowych, jakimi były Nagrody Państwowe za badania nad polimerami była zatem znacząca. Poza wymienionymi osiągnięciami uhonorowanymi Nagrodami Państwowymi, polscy uczeni pracujący w obszarze chemii i technologii polimerów otrzymali wiele nagród i wyróżnień mniejszej rangi, jak nagrody resortowe, nagrody PAN, nagrody fundacji i NOT, wyróżnienia na targach międzynarodowych za prezentowane technologie i wynalazki, a także prestiżowe wyróżnienia akademickie w kraju i za granicą, jak doktoraty honoris causa, członkostwa polskich i zagranicznych akademii oraz towarzystw naukowych, medale i dyplomy z racji działalności naukowo-technicznej.

Ponadto do prac technologicznych niewyróżnionych Nagrodami Państwowymi, a które przyniosły znaczne korzyści gospodarcze należy zaliczyć:

- ◆ Badania Instytutu Chemii Przemysłowej prowadzone wspólnie z Instytutem Nawozów Sztucznych w Puławach i ZA w Tarnowie nad ciągłą bezrozpuszczalnikową metodą wytwarzania politrioksanu; zdolność produkcyjna 10 tys. t/r. Sprzedano licencje na produkcję do Tajwanu, Korei Południowej, Chin.
- ◆ Badania nad technologią polioksyfenylenu na drodze utleniającej polimeryzacji 2,6-krylenolu. Produkcja w kraju nie została uruchomiona, natomiast sprzedano licencje firmie włoskiej „Enichem”.

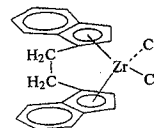
#### Współczesne kierunki badawcze i perspektywy nowych technologii

W laboratoriach uczonych prowadzone są nadal intensywne badania w obszarze chemii i technologii polimerów i tworzyw polimerowych. Szczególne owocne okazały się opracowania nowych katalizatorów dla syntezy lub modyfikacji polimerów. W latach trzydziestych Scott, amerykański badacz przemysłowy, opatentował metodę syntezy polimerów (z winylowych i innych monomerów) z udziałem katalizatorów zdolnych do przeniesienia jednego elektronu, jak np. kompleksów naftalenu z metalicznym sodem [3]. Badaniami mechanizmu takich reakcji jednoelektronowej redukcji zajął się w latach pięćdziesiątych absolwent Politechniki Warszawskiej M. Szwarc pracujący następnie w Anglii i w USA [4]. Na schemacie przedstawiono reakcję polimeryzacji styrenu wg Szwarc (Schemat 1).



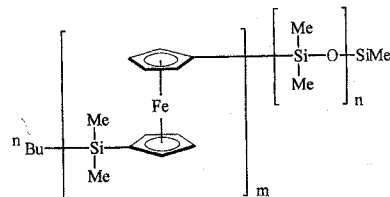
Schemat 1

Chemia procesów polimeryzacji opartych o jednoelektronowe przeniesienie, została szczegółowo opisana w artykule przeglądowym Garsta [5]. Szczególną uwagę zwrócono następnie na rozwój katalizatorów metaloorganicznych stanowiących kompleksy metali i pentadienylowych ligandów (Schemat 2), stosowanych ostatnio szeroko w syntezach poliolefin.



Schemat 2

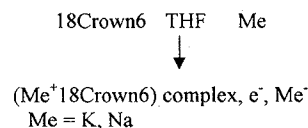
Znaczącym osiągnięciem w tej dziedzinie była na przykład opisana ostatnio synteza kopolimerów zawierających mery siloksanowe i sililowe (Schemat 3).



PFS-b-PDMS  
m : n = 1 : 6

Schemat 3

Jednym z preferowanych celów badawczych są syntezy polimerów niezawierających metalu (pochodzącego z katalizatora), gdyż tylko takie materiały są nietoksyczne, biokompatybilne i mogą znaleźć zastosowania w medycynie i farmacji. Takie wymagania spełniają polimery otrzymywane na drodze katalizy z przeniesieniem dwóch elektronów. Ten rodzaj katalizy został odkryty dzięki rozwojowi chemii supramolekularnej, to jest chemii słabych oddziaływań. Odkrycia Pedersen [6] i Lehn [7] umożliwiły opracowanie metod syntezy eterów koronowych i kryptandów, heterocyklicznych związków zdolnych do kompleksowania kationów litowców, głównie potasu i sodu. Zjawisko kompleksowania wykorzystali Dye [8] i Edwards [9] w procesie rozpuszczania sodu i potasu w aprotycznych rozpuszczalnikach, np. tetrahydrofuranie, otrzymując tzw. niebieskie roztwory metali zawierające w roztworze mieszaninę solwatowanych elektronów, anionów i skompleksowanych kationów metalu (np. sodu lub potasu) (Schemat 4).



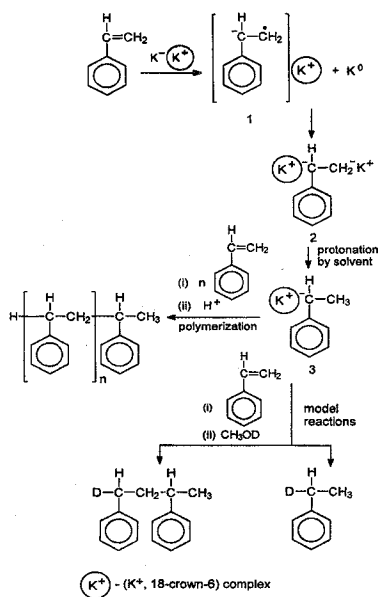
Schemat 4

Takie roztwory są silnymi reduktorami jednoelektronowymi (w wyniku obecności elektronów) i dwuelektronowymi (dzięki obecności anionów metalu). Zastosowanie przez chemików organicznych [10] i polimerowców [11] niebieskich roztworów jako katalizatorów nie przyniosły pow-

tarzalnych wyników. Badania prowadzone w naszym laboratorium przy współudziale M. Szwarc [12] doprowadziły do racjonalizacji procesu rozpuszczania i otrzymano unikalne pary jonowe metali alkalicznych jak np.  $K^+$  18C6,  $K^-$  (gdzie 18C6 – eter koronowy kompleksujący kation metalu), przy minimalnej koncentracji elektronów.

Odkryte nowe indywidua chemiczne – pary jonowe litowca [13] są nową klasą homogenicznych katalizatorów umożliwiającą dwuelektronową redukcję związków elektrofilowych. Nowe reakcje chemiczne mogą być wykorzystane w reakcjach 2-elektronowej redukcji polimeryzacji różnych rodzajów monomerów, jak np. związków winylo- wych [14], akrylanów [15], dienów [16]; heterocykli jak oksiranów [17] i laktonów [18] oraz halogenków alkilo- wych [19] i siliolowych [20]. Otrzymane polimery nie zawierają w łańcuchach elementów katalizatora i umożliwiają syntezę „żyjących polimerów”, co stwarza możliwość syntezy amfifilowych polimerów blokowych o hydrofilnych i hydrofobnych łańcuchach, nie zawierają metalu i mogą znaleźć różnorodne zastosowania, w tym także jako biomateriały w biologii i medycynie.

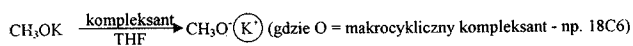
Mechanizm reakcji opartych na dwuelektronowej redukcji podano w Schemacie 5 przedstawiającym reakcję dwuelektronowej redukcji i polimeryzacji styrenu [14].



Schemat 5

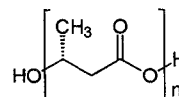
Innym rodzajem reakcji i procesów chemicznych realizowanych dzięki zastosowaniu metod chemii supramolekularnej i supramolekularnych kompleksów sodu lub potasu jako katalizatorów są reakcje z udziałem aktywowanych anionów.

W reakcjach tego rodzaju w wyniku dodania do katalizatora np. do związków litowców (np. alkoholanów sodu lub potasu lub soli kwasów karboksylowych) kompleksanta, to jest eteru koronowego lub kryptandu, anion jest aktywowany w wyniku skompleksowania kationu metalu, co ilustruje prosta reakcja modelowa:



Dzięki kompleksowaniu kationu, oddziaływanie między anionem  $RO^-$  i kationem metalicznym jest osłabione i w konsekwencji anion jest aktywowany w danej reakcji. Ta prosta zasada została wykorzystana w dziesiątkach

reakcji organicznych [21, 22]. W naszym zespole zastosowano efekt aktywowania anionu w anionowej polimeryzacji laktonów, co pozwoliło na otrzymanie optycznie czynnego poli(R)-kwasu3-hydroksy masłowego [23] (Schemat 6).



Poli(R)-3-hydroksymasłowy ester

Schemat 6

Otrzymany w ten sposób syntetyczny poliester jest biomimetycznym polimerem, analogiem strukturalnym naturalnego polimeru (tzw. PHB) produkowanego przez enzymy w żywych organizmach. Ten syntetyczny poliester wzbudził duże zainteresowanie biologów [24], którzy wykorzystali go do preparacji syntetycznych membran komórkowych. Biomimetyczny poliester (Schemat 6) może być również wykorzystany do preparacji koniugatów z antybiotykami lub z lekami o aktywności antynowotworowej wzmacniając ich działanie.

Syntetyczne polimery biodegradowalne i biomimetyczne stanowią nową klasę materiałów wielocząsteczkowych [25], które będą miały znaczący wpływ na ekologię i na poprawę zdrowia i warunków życia społeczeństw w XXI wieku. Dlatego też tego rodzaju materiały polimerowe i ich badania budzą olbrzymie zainteresowanie i staną się jednym z głównych interdyscyplinarnych kierunków badawczych w najbliższej przyszłości.

## Literatura

- Russell C.: Chemistry in Britain 2000, **36**, 50.
- Cybulski K.: Przemysł Chemiczny 1963, **42**, 670.
- Scott N. D.: U. S. Patent 2.181.71, (1939).
- Szwarc M., Levy M., Malkovich B.: J. Am. Chem. Soc. 1956, **78**, 2656.
- Garst I. F.: Acc. Chem. Res. 1971, **4**, 400.
- Pedersen C. J.: J. Am. Chem. Soc. 1967, **89**, 7017 *ibid.* 1970, **92**, 386.
- Lehn J.-M.: Structure a Bonding (Berlin) 1973, **16**, 1.
- Dye J. L.: Angew. Chem. Int. Ed. Engl. 1979, **18**, 587.
- Edwards P. P.: Adv. Inorg. Chem. Radiochem 1982, **25**, 135.
- Barret A. G., Prokopiou P. A., Barton D. H. R., Boar R. B., McGhie I. F.: Soc. Chem. Commun. 1979, 1173.
- Alev S., Collet A., Viguier M., Schue F.: J. Polym. Sci. Polym. Lett. Ed. 1980, **18**, 1155.
- Jedliński Z., Stolarzewicz A., Grobelny Z., Szwarc M.: J. Phys. Chem. 1984, **88**, 6094.
- Jedliński Z.: Pure Appl. Chem. 1993, **65**, 689.
- Jedliński Z., Czech A., Janeczek H., Kowalczyk M.: J. Am. Chem. Soc. 1995, **117**, 8678.
- Jedliński Z., Janeczek H., Bosek I.: Macromolecules 1999, **32**, 4503; J. Org. Chem. 1999, **64**, 4956.
- Jedliński Z., Janeczek H.: Inpublished information.
- Janeczek H., Jedliński Z.: Polish J. Appl. Chem. 1997, **41**, 377.
- a. Jedliński Z., Misiotek A., Kurcok P.: J. Org. Chem. 1989, **54**, 1500.
- b. Matuszowicz A., Jedliński Z., Gawron M., Kosturkiewicz Z.: J. Org. Chem. 1995, **60**, 6826.
- Jedliński Z., Janeczek H., Matuszowicz A., Grobelny J.: Macromol. Rapid Commun. 1997, **18**, 529.
- Jedliński Z., Kurcok P., Nazirow F.: Macromol. Rapid Commun. 1997, **18**, 483.
- Lehn J. M.: Ed. Pergamon Oxford 1996.
- Jedliński Z.: Acta Chem. Scand. 1999, **53**, 157.
- Jedliński Z., Kurcok P., Lenz R. W.: Macromolecules 1998, **31**, 6718.
- Das S., Kurcok P., Jedliński Z., Reusch R. N.: Macromolecules 1999, **32**, 8781.
- Jedliński Z., Kurcok P., Adamus G., Juzwa M.: Acta Biochem. Pol. 2000, **1**, 79.

## proj. dr hab. inż. Jacek KIJEŃSKI

**J**ames B. Carnot, uznany autorytet w dziedzinie chemii organicznej, prezydent Uniwersytetu Harvarda, powiedział o powojennych naukach przyrodniczych: „Dzięki wielu sukcesom nauk przyrodniczych możemy się spodziewać, że jak nigdy przedtem człowiek będzie wolny – wolny od potrzeb. Ale same nauki przyrodnicze, niemodulowane przez inne dziedziny wiedzy, zamiast do wolności mogą prowadzić do niewolnictwa”. Jak wobec tego było z chemią XX wieku?

**C**hemicy mają ogromny udział w rozwiązywaniu problemów stojących przed współczesnym światem. Stale rosnąca populacja wymaga więcej i więcej żywności. Dajemy jej coraz doskonalsze nawozy, rozwiązujemy problemy przechowywania zbiorów, konserwowania wytworzonej już żywności, wreszcie poszukujemy coraz bardziej selektywnych, skutecznych i przyjaznych środowisku pestycydów, herbicydów i fungicydów. Ludzie czasami chorują, staramy się więc znajdować coraz bardziej skuteczne i wolne od działań ubocznych substancje bakteriobójcze, leki, związki psychotropowe i środki znieczulające. Człowiek chce być ubrany i mieszkać wygodnie. Wynajdujemy nowe włókna sztuczne, skuteczne coraz trwalsze barwniki. Tworzymy nowe materiały izolacyjne do budowy domów i tworzywa do wyposażenia ich wnętrza. Poszukujemy nowych źródeł energii do ich ogrzania. Realizujemy odwieczne dążenie człowieka do swobody dając mu mobilność, możliwość przemieszczania się szybko, nawet na wielkie odległości. Dbamy wreszcie o zaspokojenie ludzkiej próżności – atrakcyjny wygląd, pociągający zapach, a nawet sztucznie dobre samopoczucie. Dajemy w ręce człowieka coraz skuteczniejszą siłę zabijania, a wyzwolone w wyniku naszych błędów złe moce potrafią unicestwić tysiące nieświadomych ofiar.

Można zatem powiedzieć, że chemik dwudziestego wieku stał się współczesnym *demiurgiem*. Oto, jak pisze *Mircea Iliade*, zastąpiliśmy Czas – to, na co przyrodzie potrzeba czasu geologicznego tworzymy w minuty, godziny. Zrealizowaliśmy marzenie romantycznego *homo faber* – syntezę wszystkiego co potrzebne do zaspokojenia potrzeb materialnych i duchowych. A przecież tylko krok pozostał do ziszczenia się wizji *Wolfganga Goethego* – życia zrodzonego w retorcji. To chemik stał się naturalnym spadkobiercą panów ognia – kowali, szamanów, alchemików wreszcie. Również w sensie dosłownym, czego doznały w 1944 i 1945 roku Hiroshima, Tokio, Warszawa czy Hamburg.

**C**hemia odcisnęła swoje piętno w każdej dziedzinie życia, wszędzie na ziemi. Jednocześnie spośród wszystkich rozumnych (i nie-) działań człowieka najbardziej jest zamieszana w swoistą walkę z Naturą, w konfrontację przeciwieństw jak w taoistycznym jin i jang. To chemia jest największym chyba udziałowcem technologicznej *hybris* (*Georg Henrik von Wright*), która wywołała *nemesis* środowiska (*Allan Johansson*). Oto bowiem ociepla się klimat, atmosfera coraz słabiej chroni przed zabójczym promieniowaniem, groźne szczepy bakterii coraz skuteczniej uodparniają się na coraz ostrzejsze antybiotyki, z dżungli centralnej Afryki wpełzają coraz bardziej mordercze wirusy, żółwie z Galapagos tracą swój instynkt, w sadach Czarnobyli dojrzewają owoce giganty, według Zielonych

niemal cała żywność zatruta jest jeśli nie nawozami, to pestycydami, a coraz większe sterty odpadów z tworzyw sztucznych nie chcą poddać się skutecznemu recyklingowi. Czy zatem rzeczywiście wiek dwudziesty był dla chemii zwycięski?

Myślę, że tak. Bo przeżyliśmy i jest nas coraz więcej, bo zrealizowaliśmy kilka marzeń starych jak cywilizacja, bo wreszcie nauczyliśmy się czegoś i wciąż się uczymy. Przede wszystkim kompromisu, umiaru i przewidywania reakcji nierozumnej przecież przyrody na nasze działania. Czas był po temu najwyższy, bo tylko człowiek mógł pojąć, jakim rodzajem *bussinessu* jest sztuka przeżycia.

**K**tóre konkretnie odkrycia dwudziestego wieku uważam za najbardziej znaczące? Stara i bezdyskusyjna prawda głosi: Zdrowie najważniejsze. Zatem należałoby wskazać któryś z leków stanowiących przełom w medycynie. Nie potrafię się jednak zdecydować, czy słynny preparat 606, czyli *salvarsan* twórcy chemioterapii *Paula Ehrlicha* (1910), *penicylina Aleksandra Fleminga* (1929), czy otrzymana również z grzyba immunosupresyjna *cyklosporyna*, za którą w 1987 r. *Jean Borel* dostał Nagrodę Nobla, przeciwnowotworowy *interferon* odkryty w 1957 r. przez *Alicka Isaacs* i *Jeana Lindemanna*, a może *viagra*, która przywróciła wielu ludziom godność i wiarę w życie? Trudny wybór.

**M**oją główną specjalnością zawodową jest Kataliza, wypadałoby wobec tego wskazać odkrycia związane z tą dziedziną chemii. W 1953 roku doktor *Karl Ziegler* odkrył koordynacyjne katalizatory niskociśnieniowej polimeryzacji etylenu, których zastosowanie na inne procesy stereoregularnej polimeryzacji rozszerzył profesor *Gulio Natta*, za co obaj dostali Nagrodę Nobla w 1963 r. Odkrycie to zapoczątkowało gwałtowną, trwającą do dziś ekspansję przemysłu petrochemicznego i tworzyw sztucznych. Sam jestem wprawdzie miłośnikiem tradycyjnych materiałów – drewna, wełny, skóry, mosiądzu i miedzi, ale nie sposób nie docenić wspaniałego kolorowego plastikowego świata, którego powstanie umożliwiło odkrycie *Zieglera* i *Natty*, a który za kilkadziesiąt lat będzie (częściowo już jest) przedmiotem westchnień kolekcjonerów pięknych antyków. Polimeryzacja koordynacyjna to wręcz nieograniczone możliwości otrzymywania polimerów o różnorodnych, niespotykanych wręcz właściwościach. Katalizatory *Zieglera-Natty* doczekały się w latach osiemdziesiątych i dzie-

Jacek Kijęński, prof. zwyczajny Politechniki Warszawskiej, ur. 1950 r., absolwent Politechniki Warszawskiej 1973, dr 1976 PW, dr hab. 1983 PW, tytuł prof. 1991.

Kierownik Zakładu Katalizy i Technologii Organicznej Wydziału Chemicznego PW od 1987 r., członek Senatu PW od 1996 r., dziekan Wydziału Chemicznego PW 1987 – 1990.

Przewodniczący Komisji Ministra Edukacji Narodowej ds. kształcenia w zawodach chemicznych i pokrewnych; dyrektor Instytutu Edukacyjnego Fundacji „Varsovia” (1992 – 1999), zainteresowania – antropologia kultury, historia kultury materialnej.

więćdziesiątych godnych następców, stanowiących kolejny przełom w technologii, układów metalocenowych.

Najbardziej chyba wykształcony człowiek Średniowiecza – Roger Bacon (1214 – 1294) z Oxfordu wyraził głęboką wiarę w opanowanie przez człowieka sztuki szybkiego przemieszczania się: „Można by tak samo w ruch niezmiernie prędko wprawić powozy jedynie za pomocą nauki i sztuki, bez pomocy istoty żywej ...”. Niezależnie od tego, czy silnik czterosuwowy wynalazł w latach sześćdziesiątych dziewiętnastego wieku Nikolaus Augustyn Otto czy jego konkurent Christian Reithmann, przepowiednię Rogera Bacona spełnili w dwudziestym wieku katalitycy i technolodzy chemicy. Wdrożenie do praktyki przemysłowej źródła paliw – krakingu katalitycznego (lata trzydzieste – proces Houdry), a właściwie późniejsze (połowa lat sześćdziesiątych) zastosowanie w nim krystalicznych glinokrzemianów – zeolitów jako katalizatorów to główne elementy nauki i sztuki, o których wspomnieli Bacon.

Wreszcie odkrycie niezwykle specyficzne, które obok ogromnego znaczenia praktycznego, wbrew intencjom twórcy, odegrało również znaczącą rolę cywilizacyjną. DDT (Azotox, 2,2-bis(chlorofenilo)-1,1,1-trichloroetan) znany od lat siedemdziesiątych dziewiętnastego wieku, został przez Paula Müllera z Geigy w 1939 roku zastosowany jako środek owadobójczy. Zabijając komary i ich larwy pozwolił uwolnić od malarii Indie, Pakistan, Tajlandię i Włochy. Wydawało się, że środek ten (skuteczny również w przypadku muchy tse-tse i śpiączki) zakończy żywot jednej z najstarszych plag ludzkości, która niszczyła cywilizację (Rzym), wielkich tego świata (Mahomet, Aleksander Wielki) i wybijała całe narody (jeszcze dziś rocznie umiera na nią 2,5 mln ludzi). Komary uodporniły się na insektycyd, co

w 1976 roku przyznała WHO. Nie był to jednak jedyny wyraz wspomnianej wcześniej nemezis natury. Oto w 1962 roku ukazała się książka Rachel Carson Silent Spring opisująca szkodliwy wpływ DDT na ekosystem. W książce tej po raz pierwszy pokazano zagrożenia wynikające z kumulacji toksycznych substancji w organizmach żywych. Wywołała ona ogromne zainteresowanie i poruszenie społeczne. Działanie DDT spowodowało powstanie Cichej wiosny, ona z kolei uważana jest za sygnał, który uruchomił ruch ekologiczny na Ziemi.

Starożytna i średniowieczna alchemia zawiodła poszukując kamienia filozoficznego mającego transmutować nieszlachetną materię w złoto, a przede wszystkim eliksiru życia odpędzającego troski starości i przedłużającego czas naszego trwania. Współczesna alchemia, której i ja jestem przedstawicielem (również jako katalityk) zawiodła, bo nie udało się zrealizować energodajnej fuzji jądrowej, bo nasz XX wiek – wiek atomu przyniósł niewiele więcej pożytku z opanowania techniki jądrowej niż klęsk, bo dalej nie nauczyliśmy się z atomem bezpiecznie obchodzić. Kontynuując bilans na nie – nie znaleźliśmy leków na raka, stwardnienie rozsiane, chorobę Alzheimer, AIDS, gorączki krwotocznej i wiele innych chorób. Nie umiemy kontrolować spalin z zimnego silnika samochodowego, nie opanowaliśmy tak naprawdę nadprzewodnictwa, a węglowodory nasycone ciągle nie chcą być atrakcyjnym źródłem surowcowym. Zasada wiecznej materii w technologiach przetwarzania wciąż brzmi jak utopia, a skażone środowisko czeka na swą rekultywację. Wniosek jest jeden – bardzo długo jeszcze będziemy światu naprawę potrzebni.

## prof. dr hab. Bogdan MARCINIEC

Chemia metaloorganiczna datuje swoją obecność już od roku 1827 (sól Zeise'a), jednakże zasadniczych odkryć związków metaloorganicznych i ich zastosowań dokonano dopiero w XX wieku (10 nagród Nobla), a najbardziej spektakularne osiągnięcia pochodzą z drugiej połowy XX wieku. Syntezy takich związków metaloorganicznych jak: odczynnik Grignarda (1900), związki litoorganiczne oraz boroorganiczne (reakcja hydroborowania – H. C. Brown – 1956) rozszerzyły znacznie możliwości syntezy związków organicznych, a tzw. synteza bezpośrednia chlorosilanów (E. G. Rochow i R. Muller – 1943) upowszechniła produkcję związków krzemooorganicznych (organosilanów i silikonów). Jednakże dopiero odkrycie takich „niezwykłych” cząsteczek metaloorganicznych jak metaloceny (ferrocen P. Pauson i S. A. Müller – 1952), czy związków metaloorganicznych zawierających wiązania wielokrotne metal – węgiel, tj. metalokarbenowe (E. O. Fischer – 1964) i metalokarbinowe (1973) oraz znalezienie sandwichowej struktury metalocenów (G. Wilkinson) – znacznie uatrakcyjniło badania w tych nowych obszarach wiedzy.

Zastosowanie związków metaloorganicznych do syntezy czystych metali, a w szczególności użycie procesów nazywanych Chemical Vapor Deposition (CVD) Process (lub Metal-Organic Chemical Vapor Deposition i Organometallic Vapor Phase Epitaxy) spowodowały światową rewolucję w zakresie przemysłowego wytwarzania ze związków me-

taloorganicznych (np. karbonylków metali, metalocenów i innych II-kompleksów metali) półprzewodników, materiałów magnetycznych i elektroprzewodzących, a także materiałów o innych specyficznych właściwościach fizykochemicznych, jak np. nowa generacja materiałów ceramicznych.

Jednakże, moim zdaniem, najważniejszym osiągnięciem chemii metaloorganicznej, a jednocześnie jednym z najważniejszych osiągnięć chemii w XX w. – jest zastosowanie specyficznych związków metaloorganicznych w roli efektywnych (wydajnych i selektywnych) katalizatorów nowych procesów o kluczowym znaczeniu zarówno w wielkotonażowej produkcji nowych materiałów, jak i będących podstawą przemysłu wysokich technologii (high tech). Szczególnie ten ostatni przemysł zmienia oblicze współczesnej cywilizacji. Do takich procesów można zaliczyć odkrycie katalizatorów metaloorganicznych (Zieglera-Natty – 1955) do polimeryzacji olefin (etylen, propylen) i wdrożenie następnych generacji tych katalizatorów, m. in. metalocenów (produkcja propylenu na podstawie tej metody ok. 10 mln ton rocznie). Karbenowe kompleksy są podstawą spektakularnej reakcji metatezy olefin, jako ogólnej metody produkcji nienasyconych molekularnych i makromolekularnych związków organicznych. Reakcja hydroformylacji alkenów (reakcja oxo, Roelen – 1938) zachodząca w obecności katalizatorów kobaltu i rodu (ok.

5 mln ton produktów w 1995 r.) i następnie rozwijane procesy karbonylacji związków nienasyconych, np. karbonylacji metanolu w celu syntezy kwasu octowego (proces Monsanto, 1 mln ton rocznie), proces *Wackera* utleniania etylenu do aldehydu octowego na katalizatorze PdCl<sub>2</sub>/CuCl/O<sub>2</sub> (5 mln ton rocznie), uwodornianie alkenów (katalizator *Wilkinsona*, 1965), karbonylacja *Reppego* alkenów i alkinów w obecności karbonylków Co, Ni i Fe i wreszcie aktywacja wiązania C-H w alkenach, to kolejne najbardziej znane przykłady procesów katalitycznych przebiegających poprzez aktywne związki zawierające wiązanie metal-węgiel, tzn. poprzez związki metaloorganiczne. Reaktywność tego wiązania decyduje o efektywności kompleksów metali (głównie bloku d) jako katalizatorów reakcji prowadzących do syntez większości molekularnych i makromolekularnych związków organicznych o znaczeniu przemysłowym, przebiegających zarówno w układach homogenicznych jak i heterogenicznych. Dlatego też relacja chemia metaloorganiczna a kataliza (*organometallics and catalysis*) jest głównym przedmiotem światowego zainteresowania zarówno chemików – katalityków jak i organicznych oraz metaloorganików w poszukiwaniu syntez nowych materiałów i ich prekursorów o żądanych i oczekiwanych właściwościach fizykochemicznych i fizyko mechanicznych ale równocześnie sprzyjających środowisku człowieka (co jest zadaniem kluczowym dla przemysłu XXI wieku).

Specyficznym kierunkiem w zastosowaniu połączeń metaloorganicznych w katalizie jest obszar chemii związków krzemu. Procesy hydrosililowania znane od 1957 roku, a także odkryte w ostatnim dwudziestolecu nowe reakcje prowadzące do syntez molekularnych i makromolekularnych połączeń krzemooorganicznych będących prekursorami materiałów o wielostronnych zastosowaniach (od krzemu półprzewodnikowego do materiałów ceramicznych), przebiegają również poprzez związki metaloorganiczne. Niektóre z nich, takie jak: bissililowanie i sililokarbonylacja alkenów i alkinów, sililujące sprzęganie alkenów oraz dehydrogenujące sprzęganie monopodstawionych silanów, zachodzą poprzez związki pośrednie zawierające wiązanie metal-krzem (*silicometallics*), w którym krzem zastępując węgiel jest przedstawicielem pozostałych pierwiastków bloku p. Wiązanie metal – pierwiastek bloku p, to w przeciwieństwie do chemii metaloorganicznej (wiązanie metal-węgiel) – atrybut nowej dyscypliny nazwanej w latach dziewięćdziesiątych przez analogię, chemią metalonieorganiczną.

Zatem, o ile chemia metaloorganiczna, głównie poprzez reakcje katalityczne odkryte i rozwijane od połowy XX

wieku, spowodowała niebywały rozwój chemii i technologii związków organicznych to, jestem przekonany, że chemia metalonieorganiczna, w odpowiedniej proporcji, będzie podstawą syntez nowych materiałów w XXI wieku, składających się w przeważającym stopniu z pozostałych (oprócz węgla) pierwiastków bloku p (a także częściowo bloku d i f). Materiały XX wieku oparte na krzemie są jedynie dobrym prognostykiem tej tendencji, która pozwoli w XXI wieku potraktować węgiel przede wszystkim jako pierwiastek życia.

**Bogdan Marciniak**, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza Wydział Chemii, kierownik Zakładu Chemii Metaloorganicznej; magister – 1963, doktor – 1970; staż postdoktorski w Kansas University (USA) – 1970/1971; doktor habilitowany – 1975; profesor nadzwyczajny – 1986; profesor zwyczajny – 1991; członek-korespondent Polskiej Akademii Nauk – 1994.

Zainteresowania naukowe: chemia metaloorganiczna; chemia i zastosowanie związków krzemooorganicznych; kataliza molekularna kompleksami metali przejściowych; chemia nieorganiczna – synteza i reaktywność kompleksów metali przejściowych.

Członek rad naukowych i konsultacyjnych czasopism: „Organometallics” (American Chemical Society – od 1998); „Applied Organometallic Chemistry” (Wiley & Sons – od 1987); „Clean Products & Processes” (od 1998); „Encyklopedia Britanika” (wydanie polskie – od 1996); „Przemysł Chemiczny” (od 1995); „Polish J. Applied Chemistry” (1999).

Redaktor lub/lub współautor 10 książek (w tym 6 w j. angielskim); ponad 150 publikacji; ponad 70 patentów i zgłoszeń patentowych; ok. 50 wykładów plenarnych i sekcyjnych wygłoszonych na zaproszenie na konferencjach międzynarodowych; 42 opracowanych technologii i 11 udzielonych licencji i wdrożeń małoskalowych technologii.

Dziekan Wydziału Chemii Uniwersytetu im. A. Mickiewicza (1985 – 1988); Rektor Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza (1988 – 1990); Przewodniczący Komitetu Chemii PAN i Przewodniczący Komitetu Narodowego IUPAC (od 1996); członek (1994 – 2000) i wiceprzewodniczący (1997 – 2000) Komitetu Badań Naukowych; Dyrektor Poznańskiego Parku Naukowo-Technologicznego (od 1995); Odznaczony m. in. Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski (1989) i Krzyżem Komandorskim Orderu Odrodzenia Polski (1998).

## prof. dr inż. Józef OBŁÓJ

Szczególnie wielkie osiągnięcia w dziedzinie chemii XX wieku, które pozwalam sobie podać – w moim przekonaniu – są doniosłe i twórcze dla rozwoju nauk chemicznych i/lub przemysłu chemicznego.

Podzieliłem ten wykaz na część zagraniczną i polską, z uwagi na różnice w poziomie nauki (głównie wyposażenia) i techniki pomiędzy Polską a krajami wysoko uprzemysłowanymi, w szczególności w pierwszej połowie naszego

wieku. Wielu twórców wymienionych tutaj osiągnięć, powstałych w krajach zachodnich, uzyskało za nie nagrody Nobla, zaś w kraju nagrody państwowe.

Spróbuję uszeregować te znaczące osiągnięcia chronologicznie, podając przy tym przybliżone lata, kiedy zostały opracowane w formie „dojrzałej”. Oto proponowane procesy i główni twórcy:

1. Wydzielenie metalicznego radu z blendy uranowej

- i określenie jego właściwości (lata 10.) – *Maria Skłodowska-Curie* we Francji; Nobel 1911.
- Katalityczna synteza amoniaku z azotu i wodoru – podstawy, technologia, aparatura (1905 – 1914) – *Fritz Haber* i *Carl Bosch*, Niemcy; Nobel 1918.
  - Katalityczne uwodornienie węgla do węglowodorów, głównie benzyny – podstawy, technologia, aparatura (1910 – 1925) – *Friedrich Bergius* i *Carl Bosch*, Niemcy; Nobel 1931.
  - Polimeryzacja etylenu do polietylenu pod wysokim ciśnieniem (lata 30.) – firma Imperial Chemical Industries (*E. W. Fawcett* i *R. O. Gibson*), Wielka Brytania.
  - Katalityczna synteza węglowodorów z tlenku węgla i wodoru (proces „syntinowy”) – podstawy, technologia, katalizatory (lata 20. i przełom lat 30.) – *Franz Fischer* i *Hans Tropsch*, Niemcy.
  - Synteza włóknotwórczego poliamidu i włókna Nylon 6,6 (lata 30.); firma DuPont – *W. H. Carothers* i in., USA.
  - Polimeryzacja etylenu i propylenu, w tym PP stereoregularnego, izotaktycznego, na katalizatorach metaloorganicznych, pod niskim ciśnieniem (lata 50.) – *Karl Ziegler*, Niemcy, *Giulio Natta*, Włochy; Nobel 1969.
  - Wyjaśnienie budowy hemoglobiny i chlorofilu (lata 20. i 30.) – *Hans Fischer*, Niemcy; Nobel 1930.
  - Wyjaśnienie natury wiązań chemicznych, matematyczne ujęcie teorii izomerii, badania aminokwasów i określenie spiralnego modelu cząstki białka (później *F. Crick* i *J. Watson* odkryli budowę i działanie DNA) – lata 30. do 50. *Linus C. Pauling*, USA; Nobel 1954.
  - Wszechstronne badania związków wielkocząsteczkowych i kinetyki polimeryzacji, teoria roztworów, polimerów (wspólnie z *Hugginsem*) i ciała stałego, teoria krystalizacji i budowy polimerów krystalicznych (od lat 50.) – *Paul Flory*, USA; Nobel 1974.
- Z** osiągnięć polskich dokonanych w mijającym wieku na uwagę zasługują:
- Synteza tlenków azotu w wirującym łuku elektrycznym i technologia stężonego kwasu azotowego oraz saletry amonowej, a także opracowanie potrzebnych do tej syntezy szklanych kondensatorów na wysokie napięcie (lata 10.) – *Ignacy Mościcki*, w Szwajcarii.
  - Technologia wytwarzania kauczuku syntetycznego KER na podstawie butadienu (lata 30.) – *Wacław Szukiewicz*, *Wacław Klonowski*, *Kazimierz Smoleński*.
  - Opracowanie badawczych technik ebuliometrycznych i mikrokalorymetrycznych, prace w dziedzinie termochemii, azeotropii i kriometrii (od lat 30.) – *Wojciech Świętosławski*, nagroda państwowa I stopnia.
  - Synteza metanolu na katalizatorze Cu/Zn, pod ciśnieniem 50 – 100 atm (od lat 30. do 60.) – pod kierunkiem *Eugeniusza Błasiaka*; nagroda państwowa zespołowa II stopnia, 1972.
  - Synteza cykloheksanonu z benzenu poprzez cykloheksan – proces „Cyklopol” (lata 60. i 70.) – zespół Instytutu Chemii Przemysłowej i ZA Tarnów, pod kierunkiem *Stanisława Ciborowskiego* i *Zbigniewa Szczypińskiego*; nagroda państwowa zespołowa II stopnia, 1978.
  - Synteza szerokiej gamy niejonowych środków powierzchniowo czynnych (przełom lat 50. i 60.) – zespół<sup>1)</sup>

Instytutu Ciężkiej Syntezy Organicznej „Blachownia” i ZCh „Rokita” w Brzegu Dolnym; nagroda państwowa zespołowa II stopnia, 1968.

- Synteza bisfenolu A na katalizatorach jonitowych (lata 70. i 80.) – zespół ICSO „Blachownia” i ZCh „Blachownia”, pod kierunkiem *Edwarda Grzywy* i *Macieja Kiedika*; nagroda państwowa zespołowa II stopnia, 1984.
- Technologia wytwarzania kwasu siarkowego w liniach produkcyjnych ok. 500 tys. t/rok (w latach 50. i 70.) – zespół Instytutu Chemii Nieorganicznej i BP „Biprowas” Gliwice – pod kierunkiem *Henryka Chwałiboga*; nagroda państwowa zespołowa I stopnia, 1974.
- Technologia wytwarzania kwasu fosforowego – zespół Instytutu Chemii Nieorganicznej Gliwice, BP „Biprowas” i ZCh „Police” – pod kierunkiem *Ludwika Jury*; nagroda państwowa zespołowa II stopnia, 1978.
- Niskoenergetyczna synteza amoniaku w wielkich liniach produkcyjnych (ca 1500 t/dobę) – lata 80. i 90., Instytut Nawozów Sztucznych Puławy i ZA Kędzierzyn, pod kierunkiem *Witolda Hennela*, *Bolesława Skowrońskiego* i *Konstantego Chmielewskiego*, nagroda SITP-Chem im. Z. Porczyńskiego, 1993.

Nie uwzględniłem osiągnięć pochodzących z polskich badań podstawowych (np. osiągnięć prof. *Zbigniewa Jedlińskiego*, prof. *Mieczysława Mąkoszy*, prof. *Mariana Taniewskiego* i in.), a także osiągnięć innych jednostek badawczo-rozwojowych – z powodu braku dostatecznych danych.

**Z**daję sobie sprawę z rozpiętości i doniosłości 20 dokonanych wyżej zaproponowanych. Trzeba mieć bowiem świadomość, że przytoczone wyżej osiągnięcia polskich placówek badawczych, pomimo wielu elementów oryginalności, miały – chyba wszystkie – swoje pierwowzory technologiczne w krajach wyżej rozwiniętych.

*Józef Obłój* odbył studia chemiczne na Politechnice Lwowskiej i Politechnice Śląskiej w Gliwicach. Specjalność – chemiczna technologia organiczna, katalityczne procesy utleniania i polimeryzacji.

Organizator, kierownik Zakładowego Laboratorium Badawczego w ZA Kędzierzyn oraz Instytutu Syntezy Chemicznej Oddział Kędzierzyn, dyrektor Instytutu Ciężkiej Syntezy Organicznej „Blachownia”, Instytutu Chemii Ogólnej w Warszawie i zastępca dyrektora ds. naukowo-badawczych Instytutu Chemii Przemysłowej.

Wykładowca na Uniwersytecie Warszawskim i profesor Politechniki Warszawskiej Filia w Płocku. Wieloletni działacz SITP-Chem.

Autor i współautor kilkudziesięciu publikacji, referatów wygłaszanych na konferencjach naukowych oraz kilkunastu znaczących wynalazków przemysłowych.

<sup>1)</sup> Zespołem kierowali: *Józef Obłój* i *Dominik Nowak* (przyj. red.).

czona na ścianie Gmachu Biologii Uniwersytetu Warszawskiego.

Przez wiele lat chromatografia nie była doceniana i prace Cwieta nie były kontynuowane. Dopiero od roku 1931 rozpoczyna się szybki rozwój chromatografii przede wszystkim w zakresie zastosowania w biochemii i chemii organicznej, później również w chemii nieorganicznej.

Podwaliny teoretyczne pod rozwój metod chromatograficznych opracowali A. J. P. Martin i R. L. M. Synge w 1941 r. (Wielka Brytania, Nagroda Nobla dla obydwu w 1952 r.).

Twórcą metody polarograficznej, która odegrała tak wielką rolę w chemii analitycznej jest Jarosław Heyrowski, profesor Uniwersytetu Karola w Pradze (Czechy 1925 r., Nagroda Nobla, 1959 r.).

Pionierskie prace w zakresie różnych wariantów polarografii zostały wykonane w Polsce pod kierunkiem prof. W. Kemuli w Katedrze Chemii Nieorganicznej UW i w Instytucie Chemii Fizycznej PAN (lata 1950 – 1960).

**Willard Frank Libby** (USA), współtwórca pierwszej bomby atomowej, w 1946 r. ogłosił metodę datowania radiowęglowego przedmiotów pochodzenia roślinnego i zwierzęcego na podstawie zawartości izotopu węgla  $C^{14}$ . Metodę szeroko stosuje się w archeologii (Nagroda Nobla, 1960 r.).

Duży wpływ na dalszy rozwój chemii miała uogólniona koncepcja kwasów i zasad podana przez J. N. Brønsteda (Dania) i G. N. Lewisa (Wielka Brytania) w 1923 r.

Wielkim wyzwaniem dla chemików na początku XX w. było wiązanie azotu atmosferycznego w celu otrzymania nawozów sztucznych w związku z intensyfikacją produkcji rolnej i zmniejszeniem importu saletry chilijskiej do Europy.

**Z** osiągnięć technologicznych z tego zakresu wymienić można metodę I. Mościckiego, syntezy tlenku azotu w łuku elektrycznym (1903). W 1908 roku w Chippis zbudowano pod kierunkiem Mościckiego fabrykę, z której w 1910 r. wyszła w świat pierwsza cysterna kwasu azotowego wyprodukowanego z powietrza i wody, wg patentu Mościckiego.

**Fritz Haber** (1868 – 1934) chemik niemiecki urodzony we Wrocławiu, profesor katedry Chemii Technicznej w Karlsruhe, a następnie od 1911 r. w Instytucie Chemii Fizycznej i Elektrochemii im. Cesarza Wilhelma w Berlinie, opracował technologię otrzymywania syntetycznego amoniaku z azotu atmosferycznego. Pierwsza fabryka powstała w 1913 r. Konstrukcję aparatury zaprojektował C. Bosch (F. Haber, Niemcy, Nagroda Nobla, 1918 r.). Dziś roczna produkcja amoniaku przekracza 140 mln ton. C. Bosch otrzymał Nagrodę Nobla w 1931 r. za wprowadzenie i rozwinięcie wysokociśnieniowych technologii.

Duże znaczenie ekonomiczne ma katalityczne przetwarzanie ropy naftowej. Do 1937 r. przetwórstwo ropy naftowej ograniczało się wyłącznie do rektyfikacji i tzw. krakingu termicznego, polegającego na rozpadzie ropy w wysokich temperaturach bez udziału katalizatorów.

Zastosowanie katalizatorów w postaci glinokrzemianów naturalnych i syntetycznych do krakingu i hydrokrakingu ropy naftowej stało się w latach trzydziestych i czterdziestych warunkiem rozwoju motoryzacji i lotnictwa (E. Houdry, 1927 r. Francja, pierwsze techniczne zastosowanie – USA, 1937 r.).

Dziś proces krakingu i hydrokrakingu jest jednym z największych technologii realizowanych przez człowieka. Przetwarza się w tym procesie ponad miliard ton ropy naftowej rocznie. Efektywność zastosowania katalizatorów

okazała się tak duża, że w przemyśle przetwarzania ropy naftowej zaszła techniczna rewolucja (hydroodsiarczanie, hydrokraking, reforming, izomeryzacja, zastosowanie katalizatorów zeolitowych – lata sześćdziesiąte i siedemdziesiąte).

Ponad 95% produkcji przemysłu petrochemicznego i chemicznego w ogóle, jest obecnie uzyskiwane dzięki procesom katalitycznym. Wprowadzenie katalitycznych metod przetwarzania ropy naftowej pozwoliło odkryć nowe możliwości otrzymywania stosunkowo tanich monomerów, stosowanych w syntezie polimerów i produkcji tworzyw sztucznych.

W 1920 r. H. Staudinger (Niemiec) tworzy podwaliny pod chemię makromolekularną (Nagroda Nobla, 1953 r.).

Odkrycie katalitycznej polimeryzacji przez K. Zieglera i G. Natta (Włochy) w 1920 r. na katalizatorach metaloorganicznych ( $AlR_3 - TiCl_4$ ), o dużej stereospecyficzności (Nagroda Nobla, 1963 r.) spowodowało intensywny rozwój nowego działu – chemii polimerów. Produkcja polimerów i środków pomocniczych należy dziś do jednej z najpotężniejszych i szybko rozwijających się branż przemysłu chemicznego.

**W** 1928 r. Carothers (USA) odkrył poliamid, nazwany później nylonem. Polimeryzacja nie ogranicza się do produkcji różnych tworzyw syntetycznych, odgrywa ona ważną rolę w procesach biologicznych. W roku 1965 Amerykanin Sydney Fox przeprowadził ważny eksperyment zmierzający do polimeryzacji aminokwasów – miał on udowodnić, że pierwsze białka powstały przypadkowo.

**Z**e wzrostem cen ropy naftowej, rośnie zainteresowanie otrzymywaniem ciekłego paliwa z węgla. Już P. Sabatier w 1902 r. (Francja) przeprowadził katalityczne uwodornienie tlenku węgla do metanu (Nagroda Nobla, 1912, za wprowadzenie połączeń przejściowych katalizator – substrat), zaś F. Fischer i H. Tropsch (Niemcy) w latach 1923 – 1926 opublikowali kilka patentów dotyczących syntezy węglowodorów  $C_5 - C_{10}$  z gazu syntezowego (tlenku węgla i wodoru) na katalizatorze kobaltowo-torowym. W okresie II wojny światowej Niemcy produkowali tą metodą benzynę w zakładach w Oświęcimiu.

Równoległe z dużym zastosowaniem katalizy w przemyśle, intensywnie rozwijały się badania teoretyczne dotyczące katalizy: kataliza kwasowo-zasadowa w roztworze – W. Ostwald (Niemcy, Nagroda Nobla, 1909 r.), zasada odpowiedniości geometrycznej i energetycznej – A. A. Balandin (Rosja, 1929 – 1935), teoria N. I. Koboziewa (Rosja, 1937 – 1941), mechanizmy katalizy – C. N. Hinshelwood (Wielka Brytania, Nagroda Nobla, 1956 r.), teoria BET (Brunnauera – Emmeta – Teller) (USA, 1938), teoria elektronowa katalizy na półprzewodnikach G. M. S. Schwaba (Niemcy, lata 30.), C. Hauffe (Niemcy, lata 30.), F. F. Wolkensztejn (Rosja, 1950).

**W**ażnym w nauce odkryciem (1985), rewolucjonizującym naszą wiedzę o węglu jest poznanie odmiany alotropowej węgla – fullerenów. W 1996 roku przyznano Nagrodę Nobla za odkrycie „węglowych piłeczek” fullerenów Haroldowi W. Kroto (Wielka Brytania) oraz Richardowi E. Smalley'owi i Robertowi F. Curlowi (USA).

Nagrodę Nobla z chemii w 1999 r. uzyskał Ahmed Zewail za badania nad elementarnymi procesami reakcji chemicznych za pomocą spektroskopii femtosekundowej (jednej miliardowej jednomilionowej ułamka sekundy).

**C**hemia w XX wieku spełniła wiele oczekiwań, a dzięki odkryciu promieniotwórczości, naturalnej i sztucznej,



chemii kwantowej, wspólnie z fizyką, zapoznała nas z niewyobrażalnym światem cząstek elementarnych tworzących materię. Wprowadziła nas w fascynujący świat polimerów. Weszła bardzo głęboko w procesy życiowe, dzięki

poznaniu struktur białek, kwasów nukleinowych DNA, RNA, kodu genetycznego. Stworzyła nadzieję znacznego przedłużenia życia do 100 lat i dłużej, w dobrej formie fizycznej i umysłowej.

## dr hab. inż. Stejan ZIELIŃSKI, prof. Politechniki Wrocławskiej

Przy wyborze najważniejszych osiągnięć w obszarze chemii można kierować się różnymi kryteriami, w każdym jednak przypadku o wyborze decydować powinien wpływ, jaki dana praca lub prace wywarły na dalszy rozwój nauki lub postęp techniczny i gospodarczy. Posługując się więc takimi kryteriami, spośród osiągnięć chemii w XX wieku, które wywarły największy wpływ na obecny światowy poziom technologiczny i cywilizacyjny wytypowałbym następujące:

- ◆ opanowanie w skali przemysłowej reakcji wiązania azotu w syntezie amoniaku
- ◆ przejście przemysłu chemicznego z karbo- na petrochemiczną bazę surowcową
- ◆ odkrycie i uruchomienie przemysłowej produkcji włókien syntetycznych i tworzyw sztucznych
- ◆ intensyfikację produkcji chemikaliów dla rolnictwa.

Opracowana przez F. Habera i C. Boscha metoda syntezy amoniaku miała ogromne znaczenie naukowe, techniczne, ekonomiczne i społeczne. W zakresie naukowym była pierwszym praktycznym wykorzystaniem praw termodynamiki dając tym samym początek nowemu podejściu w rozwiązywaniu problemów technologii chemicznej. Zapoczątkowała budowę reaktorów i instalacji ciśnieniowych oraz produkcję nowych gatunków stali niezbędnych do ich wytwarzania. Dostarczyła tani surowiec do produkcji związków azotowych umożliwiając tym samym intensyfikację produkcji rolnej i tworząc podwaliny pod obecny przemysł nawozowy. Była jednocześnie pierwszą technologią bez uciążliwych, czy szkodliwych odpadów. Ubocznym jej efektem był rozwój produkcji gazu syntezowego i wodoru na drodze zgazowania paliw stałych, dzięki czemu możliwe było zrealizowanie w skali przemysłowej pierwszych wielkich syntez organicznych, takich jak produkcja paliw syntetycznych i kauczuku syntetycznego.

Zapoczątkowane w latach 30., najpierw w USA, a potem w Europie Zachodniej, przetwórstwo ropy naftowej nie tylko na paliwa silnikowe, lecz również na półprodukty do syntez organicznych, stworzyło podstawy do dynamicznego rozwoju przemysłu organicznego. Stało się to jednocześnie bodźcem do podejmowania badań nad wykorzystaniem surowców petrochemicznych do otrzymywania nowych związków chemicznych i znajdowania zastosowania dla nich.

Mało kto zdaje sobie sprawę, że obecny poziom cywilizacyjny nie byłby możliwy bez tworzyw sztucznych i włókien syntetycznych. Zapoczątkowany w latach 30. dynamiczny rozwój ich produkcji trwa do dnia dzisiejszego, plasując je obecnie w czołowej grupie masowych produktów przemysłu chemicznego. Dzięki swoim właściwościom,

nie tylko zastępują w coraz większym stopniu materiały naturalne, lecz także znajdują zastosowanie praktyczne we wszystkich dziedzinach naszego życia – od gospodarstw domowych poczynając na technologiach kosmicznych kończąc.

Zlikwidowanie przewidywanego na początku wieku niedoboru w produkcji żywności w skali globalnej stało się możliwe dzięki dostarczeniu rolnictwu, w dużych ilościach, nowych rodzajów nawozów mineralnych i środków ochrony roślin. Złożyły się na to: zwiększenie produkcji amoniaku, dzięki oparciu jej na gazie ziemnym i surowcach petrochemicznych jako źródłach wodoru; opanowanie wysoko wydajnych metod produkcji kwasu fosforowego; opanowanie w skali przemysłowej syntezy mocznika oraz dostarczenie przez przemysł organiczny szerokiej gamy preparatów do ochrony roślin.

Osiągnięcia polskiej chemii są mniej spektakularne, na co niewątpliwie złożyły się warunki, w jakich znajdował się nasz kraj. Niewątpliwymi osiągnięciami było jednak:

- ◆ zbudowanie praktycznie od podstaw polskiego przemysłu chemicznego w latach 1918 – 1939, który nie odbiegał w niektórych dziedzinach od poziomu światowego (przemysł azotowy, gumowy, farmaceutyczny, sodowy)
- ◆ odbudowa przemysłu chemicznego po 1945 r. i jego intensywna rozbudowa począwszy od lat 60., dzięki czemu w takich dziedzinach jak przemysł nawozów azotowych i siarkowych oraz wydobywanie i przetwórstwo siarki, uplasowaliśmy się w ścisłej czołówce światowej. Osiągnięciem było również uruchomienie produkcji masowych tworzyw sztucznych i włókien syntetycznych, chociaż w skali niewystarczającej do zaspokojenia potrzeb szybko rozwijającej się gospodarki.

Stefan Zieliński, Profesor PWR, ukończył w 1959 roku Wydział Chemiczny Politechniki Wrocławskiej. W 1967 uzyskał stopień naukowy doktora, a w 1981 doktora honoris causa w zakresie technologii chemicznej. Pracuje w Instytucie Technologii Nieorganicznej i Nawozów Mineralnych Politechniki Wrocławskiej.

Zainteresowania naukowe: technologia chemiczna nieorganiczna; proekologiczna procesy przemysłowe; ocena oddziaływania technologii chemicznych na środowisko.

# KRAJOWY LIDER W PRODUKCJI I PRZETWÓRSTWIE TWORZYW SZTUCZNYCH

**Wywiad z Dyrektorem ds. Produkcji i Techniki,  
Członkiem Zarządu Zakładów Azotowych w Tarnowie-Mościcach SA  
mgr. inż. Ryszardem ŚWITALSKIM**

**Zakłady Azotowe w Tarnowie-Mościcach SA powszechnie kojarzą się z historią polskiej chemii przemysłowej. Które z osiągnięć Zakładów można uznać za znaczące dla krajowego i światowego przemysłu chemicznego?**

Historia Zakładów Azotowych w Tarnowie-Mościcach SA ma ścisły związek z historią polskiej chemii przemysłowej i wybitnymi postaciami, które ją tworzyły.

Inicjatorem budowy zakładów był znakomity uczyony, profesor Politechniki Lwowskiej i Prezydent II Rzeczypospolitej Polskiej – Ignacy Mościcki.

Rząd Polski podjął decyzję o budowie Państwowej Fabryki Zakładów Azotowych 12 marca 1927 roku, a już dwa dni później Skarb Państwa nabył od Romana Sanguszkii około 670 ha ziemi w widłach Dunajca i Białej Tarnowskiej,

Jak wielka była to inicjatywa dla gospodarki polskiej i jej mieszkańców świadczy fakt, że ku czci budowniczego niepodległej państwowości polskiej, a zarazem autora koncepcji PFZA, nowo powstałą dzielnicę Tarnowa nazwano Mościcami. Nazwa tak mocno wpisała się w świadomości tarnowian, że pozostawała ona w powszechnym użyciu nawet w okresie zakłamywania historii, kiedy próbowano ją zastępować innymi.

Budowa fabryki trwała dwa lata i sześć miesięcy. 5 października 1929 roku rozpalono kotły w elektrowni, a pierwsze tony nawozów trafiły do magazynów już w grudniu tego roku. Pierwszym produktem, którego znak został zarejestrowany, był NITROFOS® – mieszany nawóz azotowo-fosforowy.

W okresie globalnego kryzysu fabryką kierował inżynier Eugeniusz Kwiatkowski, późniejszy wicepremier, który – stawiając na rozwój – przeprowadził ją przez okres zapaści gospodarczej. Rozpoczęto wówczas między innymi produkcję: saletry wapniowej – norweskiej i syntetycznego siarczanu amonu. Kwiatkowski zastosował także politykę konsolidacji przez połączenie Zakładów w Tarnowie i Chorzowie w jedną firmę – Zjednoczone Fabryki Związków Azotowych.

Wkrótce Zakłady zostały przyłączone do Światowego Syndykatu Azotowego i przyznano im udział w światowym rynku produkcji nawozów dla rolnictwa i chemikaliów dla użytku domowego. W stanie dynamicznego rozwoju zastał je wybuch II wojny światowej.

Podczas wojny kontynuowano produkcję pod zarządem administracji niemieckiej. Jesienią 1944 roku okupant przystąpił do demontażu i wywozu urządzeń oraz wyposażenia do Niemiec.

Po wojnie udało się jednak – dzięki działalności ruchu oporu, który oznakował urządzenia i kopiował listy przewozowe – odzyskać całe wyposażenie. Ponowne urucho-

mienie instalacji nastąpiło 14 września 1947 roku.

Pierwsze lata powojenne przyniosły systematyczny rozwój i modernizację dotychczasowej produkcji oraz... niechlubną zmianę nazwy fabryki, poprzez dodanie imienia *Feliksa Dzierżyńskiego*. Ta nazwa utrzymała się aż do czerwca 1989 roku.

**Lata powojenne przyniosły zmianę w strukturze produkcji...**

Rzeczywiście. Przełomową inwestycją dla Przedsiębiorstwa było uruchomienie w latach 50. produkcji kaprolaktamu. W 1952 roku ruszyła produkcja cykloheksanolu, natomiast pierwsze tony kaprolaktamu wyprodukowano pięć lat później.

Nieustannie trwa systematyczny rozwój tego produktu zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym. Dzieje się to poprzez: wdrażanie nowych technologii, nowoczesnej aparatury technologicznej i pomiarowo-regulacyjnej, pozwalającej na osiągnięcie światowego poziomu. Współpraca z krajowymi placówkami badawczymi przyniosła efekty w postaci nowoczesnej technologii wytwarzania cykloheksanolu z benzenu i kaprolaktamu, oryginalnych rozwiązań aparaturowych i procesowych, z powodzeniem oferowanych zagranicznym kontrahentom.

Należy podkreślić, że nowoczesna produkcja kaprolaktamu z benzenu została wdrożona najpierw w Tarnowie, w 1974 roku, a dwa lata później, między innymi przy udziale tarnowskiej kadry, w Puławach – o zdolności 50 tt/rok. Dzisiaj produkcja kaprolaktamu przekracza 83 tysiące ton rocznie i znaczna jej część przetwarzana jest na miejscu w nowoczesnej instalacji, według technologii *Zimmera* do poliamidu 6.

W latach 60. powstał ambitny plan rozwoju tak zwanego Tarnowa II, obejmujący produkcję acetyleny drogą pół-

Ryszard Świtalski ma 55 lat. Jest absolwentem Politechniki Wrocławskiej. Pracuje w Zakładach Azotowych Tarnów od 1969 r. kolejno na stanowiskach: Technologa Wydziału, Specjalisty Technologa, Kierownika Wydziału, Kierownika Zakładu Produkcji Nawozów, Zastępcy Dyrektora ds. Produkcyjnych; obecnie na stanowisku Dyrektora Produkcji i Techniki – Członka Zarządu.

Ryszard Świtalski jest autorem szeregu rozwiązań technicznych, w tym kilku patentów.

Jest członkiem SITPChem, przez dwie kadencje (do 23.06.1999 r.) był Prezesem Zarządu Oddziału.

Jest Członkiem Prezydium i Zarządu Głównego SITPChem.

spalania metanu, polichloroku winylu i akrylonitrylu. Nie sprawdziła się jednak zakupiona we Włoszech licencja mediolańskiej firmy Montecattini. Firmie tej wytoczono proces, a uruchomienie instalacji przejęła kadra z Mościc, przy współpracy specjalistów japońskich. Po półrocznych pracach i przeróbkach uruchomiono produkcję acetyleny, a następnie polichloroku winylu. Obecnie baza acetylenowa produkcji chloroku winylu, chociaż zmodernizowana – zawarto nawet kontrakt na modernizację instalacji w Duslo Sala – nie stanowi przyszłości dla Zakładów.

Wartym podkreślenia faktem jest uruchomienie w 1978 roku – na podstawie własnych badań i projektów – produkcji teflonu, czyli TARFLENU®. Dodajmy, że pozostało to w konflikcie z koncepcją sekcji chemicznej RWPG, która ustaliła, że producentem teflonu dla obozu komunistycznego będzie NRD.

Kolejnym produktem, który przeszedł badania laboratoryjne półtechniczne, a następnie skalę techniczną jest polioksymetylen (politrioksan), którego nazwa handlowa brzmi TARNOFORM®. Nad procesem technologicznym pracowali specjaliści z Zakładów Azotowych, Instytutu Chemii Przemysłowej z Warszawy i Instytutu Nawozów Sztucznych z Puław. Natomiast instalację o zdolności produkcyjnej 10 tys. ton uruchomiono w 1994 roku. Obecnie jest ona wykorzystywana w około 80%.

W latach 70. po rozbudowie i generalnej modernizacji – Zakłady Azotowe w Tarnowie-Mościcach stały się jednym z największych w kraju przedsiębiorstw chemicznych o strategicznym dla państwa profilu produkcji.

#### **Czas wolnego rynku, jaki nastał po 1989 roku, postawił jednak przed firmą nowe wyzwania...**

W 1991 roku Zakłady Azotowe w Tarnowie przekształciły się z przedsiębiorstwa państwowego w jednoosobową Spółkę Skarbu Państwa. Zmiana statusu pociągnęła za sobą restrukturyzację Firmy. Z jego struktury wyodrębniono 18 Spółek ze 100% udziałem Zakładów Azotowych, świadczących usługi zarówno na zewnątrz, jak i dla samej Firmy. Poprzez oddzielenie procesu produkcyjnego od infrastruktury pomocniczej i usługowej ograniczono w sposób znaczący koszty własne.

Uzasadnione względami ekonomicznymi strukturalne zmiany wewnątrzzakładowe są kontynuowane. Przeprowadza je nowy Zarząd Zakładów Azotowych powołany 6 marca ubiegłego roku, na którego czele stanął Prezes Zarządu – Dyrektor Generalny Antoni Barwacz. W 1999 roku uległy rozwiązaniu dotychczasowe struktury organizacyjne określane nazwą Zakładów, a w ich miejsce powstały Piony Dyrekcyjne oraz 5 Centrów Biznesowych: Centrum Nawozów, Centrum Kaprolaktamu, Centrum Polichloroku Winylu, Centrum Tworzyw Sztucznych i Centrum Energetyki.

Oprócz pionu produkcyjnego, restrukturyzacji uległy również struktury handlowe, które podzielone zostały na działy odpowiadające Centrum Biznesu. Wprowadzono w nich mechanizmy motywacyjne, aktywizując w ten sposób działania marketingowo-handlowe. To w konsekwencji miało wpływ na poprawę wyników ekonomiczno – finansowych.

Odpowiedzialność za wynik finansowy zarówno kierownictwa poszczególnych Centrów, jak i strategicznych Pionów, powoduje zainteresowanie i należytą dbałość na wielu etapach, począwszy od cen zakupów surowców, poprzez koszty produkcji, transportu, remontów, sprzedaży, koszty finansowe, na ustalaniu odpowiedniej ceny dla

produktów i wyrobów skończywszy.

Spółka posiada wdrożony system zarządzania jakością, na który uzyskano certyfikaty jednostek certyfikujących - Bureau Veritas Quality International (BVQI) oraz Polskiego Centrum Badań i Certyfikacji. W latach 1997-2000 system zarządzania jakością był dostosowany do modelu normy ISO 9002. W czerwcu i lipcu 2000 roku, podczas auditów odnawiających certyfikaty, potwierdzono zgodność systemu zarządzania jakością z wymaganiami normy ISO 9001. I w tym wyprzedziliśmy nawet inne większe przedsiębiorstwa chemiczne, bo żaden z Zakładów Azotowych dla całości firmy nie wdrożył systemu jakości zgodnie z tą normą.

To wszystko powoduje, że dziś Zakłady Azotowe w Tarnowie-Mościcach SA wyróżniają się na mapie polskiego przemysłu jako producent tworzyw sztucznych oraz półproduktów do ich wytwarzania. To pozostaje w ścisłym związku z misją naszego przedsiębiorstwa, która brzmi „Krajowy lider w produkcji i przetwórstwie tworzyw sztucznych”.

#### **Jak wobec tego dzisiaj kształtuje się produkcja Zakładów Azotowych w Tarnowie-Mościcach SA i jaki to ma wpływ na wyniki przedsiębiorstwa?**

Obecnie w strukturze produkcji zdecydowanie dominuje kaprolaktam, który stanowi około 30% całkowitej wartości sprzedaży. Polichlorek winylu PCW (Tarwinyl®) oraz jego wyroby jak: rury, płyty, profile i okna (produkowane w systemie PANORAMA 1000 i 2000) to 19,5% ogólnej sprzedaży, Poliamid 6 (Tarnamid®) oraz jego przetwórstwo – to około 10,8%, Tarnoform® (POM), czyli nowoczesne tworzywo konstrukcyjne z grupy poliacetali – ok.3%, zaś Tarflen® (PTFE) - odpowiednik Teflonu®, którego produkcja oparta została na własnej technologii – to 1,6% wartości sprzedaży. Oprócz tych związków Zakłady Azotowe w Tarnowie-Mościcach SA produkują związki nieorganiczne. Do najważniejszych należą: nawozy azotowe – saletrzak dolomitowy; łącznie z siarczanem amonu ich udział w wartości sprzedaży to około 18,9%, ług sodowy i związki chloru stanowiące 2,8% wartości produkcji, kwasy azotowe łącznie z nitrozą – 1,9% oraz inne produkty małotonażowe.

Wartość sprzedaży wyrobów i usług w 1999 roku wyniosła 820 549,8 tys. PLN, w tym eksport 466069,1 tys. PLN.

Rok 1999 zamknął się zyskiem brutto w wysokości 18672,0 tys. PLN, natomiast zysk netto to kwota rzędu 12579,1 tys. PLN.

W I półroczu bieżącego roku wartość sprzedaży wyrobów i usług wyniosła 509773 tys. PLN, w tym eksport 321985 tys. PLN, natomiast za 6 miesięcy tego roku osiągnięto zysk brutto w wysokości 43181 tys. PLN, zaś zysk netto zamknął się kwotą 27941 tys. PLN.

#### **Jaka jest rola własnego zaplecza naukowo-badawczego Zakładów Azotowych w Tarnowie-Mościcach SA w realizacji tych dokonań?**

Z funkcjonowaniem własnej, dobrze rozwiniętej placówki badawczej związane są osiągnięcia technologiczne firmy. Już w 1935 roku, po wielkim kryzysie, zarządzeniem dyrektora Eugeniusza Kwiatkowskiego powołano Wydział Laboratorium Badawczego. Zatrudnił 20 osób z wyższym wykształceniem, 10 laborantów oraz 30 osób personelu technicznego.

Prowadzono wówczas głównie prace nad chemią C-1, obejmujące: rozkład gazu ziemnego parą wodną, syntezę

metanolu z gazu, półspalanie metanu z tlenem do acetyleny, syntezę formaliny, chlorowanie metanu, a także chemię chloru i fosforu. Jeszcze przed wojną wdrożono do produkcji między innymi precypitat, czyli fosforan dwuwapniowy.

Po wojnie, w latach 60. Zakład Badawczy Zakładów Azotowych podjął pracę nad technologią wytwarzania policzterofluoroetyleny oraz rozpoczął cykl badań nad technologią wytwarzania innych polimerów fluorowych.

Do dzisiaj Zakłady Azotowe w Tarnowie-Mościcach SA są jedynym w kraju producentem tworzyw fluorowych w oparciu o własne, opracowane w Zakładzie Badawczym, technologie. Są to polimery: PTFE – nietermoplastyczny, Fluorotermoplasty (PTFCE, PVDF, ETFE, kopolimer TFE – EPPW) oraz Fluoroelastomery (VDF – HFP). Zakład Badawczy w skali półtechnicznej wytwarza także Tarflen® dyspersyjny i jego wyroby.

Opracowano też i rozwinięto technologię na bazie instalacji pilotowej obejmującej uwodornienie benzenu do cykloheksanu oraz utlenianie cykloheksanu do mieszaniny cykloheksanol – cykloheksanon. Instalacja ta została uruchomiona w 1962 roku, a wdrożenie przemysłowe – na pierwszej instalacji o zdolności 25 tt/rok – nastąpiło w 1974 roku w Tarnowie. Rozwiązanie to pod nazwą CYCLOPOL®, chronione przez około 50 patentów, a będące własnością Zakładów Azotowych w Tarnowie-Mościcach SA, Instytutu Chemii Przemysłowej w Warszawie oraz Zakładów Azotowych w Puławach jest przedmiotem licencji, kontraktów i nagród.

Również w latach 70. uruchomiono instalację pilotowo-doswiadczalną do produkcji Tarnoformu, co pozwoliło – razem z puławskim Instytutem Nawozów Sztucznych i z warszawskim Instytutem Chemii Przemysłowej – opracować oryginalną polską technologię produkcji poliacetali. Obejmuje ona wytwarzanie monomerów, ich polimeryzację oraz przetwarzanie surowego polimeru do granulatu przeznaczonego do wykonywania gotowych wyrobów metodą wtrysku lub wytłaczania. Produkcję na skalę przemysłową uruchomiono sześć lat temu, a produkt nosi nazwę TARNOFORM®. W zakresie jakości produktu, zużycia surowców i energii oraz ochrony środowiska jest on konkurencyjny z poziomem technologii u renomowanych producentów POM. Opisywana technologia jest przedmiotem eksportu do Tajwanu, Korei i Chin.

Zakłady Azotowe w Tarnowie-Mościcach SA, będąc zakładem produkcyjnym, są równocześnie poważnym eksporterem licencji know-how, zarówno opartych na opracowaniach własnych, jak i we współpracy z krajowymi partnerami. Działalność ta nie ma precedensu nie tylko w krajowym przemyśle chemicznym, ale i polskim przemyśle w ogóle.

Osiągnięcia firmy w eksporcie licencji know-how dobrze ilustruje lista referencyjna obejmująca 20 pozycji, odnosząca się do 10 krajów europejskich i zamorskich. Głównymi przedmiotami eksportu były technologie: cykloheksanonu z benzenu, względnie utlenianie cykloheksanu-proces CYKLOPOL® (10 kontraktów), tworzywa poliacetalowego - TARNOFORMU® (3 kontrakty), kaprolaktamu wraz z cykloheksanonem (2 kontrakty). Dodajmy, że w wykazie kontraktów nasze Zakłady były liderem i reprezentantem grupy współwłaścicieli. Wynika z tego bezdyskusyjna, inspirująca i wiodąca ich rola. Wpływy globalne ze wszystkich kontraktów szacuje się na około 70 mln USD, co w tej dziedzinie stawia nasze Przedsiębiorstwo na

pierwszym miejscu wśród wszystkich branż przemysłowych.

Reasumując, Zakłady Azotowe w Tarnowie posiadają bardzo dobrze rozwiniętą infrastrukturę badawczą i projektową. Kadra wysokiej klasy specjalistów oraz nowoczesna aparatura zapewnia profesjonalne badania w bardzo szerokim zakresie. Jest to niezwykle ważne przy opracowywaniu nowych rozwiązań produkcyjnych, pozwala bowiem na odpowiednie ukierunkowanie badań i ciągłą analizę poszczególnych stadiów procesu.

Dokumentacja projektowa do wszystkich licencyjnych kontraktów opracowana była przez własne Biuro Projektów, obecnie spółkę BIPROZAT. Zakład Budowy Aparatury Chemicznej, obecnie spółka ZBACH wyspecjalizował się natomiast w produkcji aparatów do przemysłu chemicznego, części zamiennych oraz urządzeń dla instalacji zagranicznych, tworzonych w oparciu o technologie sprzedawane przez nasze Zakłady. Taka zintegrowana działalność pozwala na szybkie i efektywne projektowanie i montaż nowych linii technologicznych oraz modernizację instalacji już istniejących.

Na zakończenie dodajmy, że Zakłady Azotowe w Tarnowie-Mościcach S.A. korzystają także z doświadczeń innych placówek naukowo-badawczych, z którymi prowadzą ożywioną współpracę. Spośród wielu wymienić tu należy przede wszystkim: Polską Akademię Nauk, Instytut Nawozów Sztucznych w Puławach oraz Instytut Chemii Przemysłowej w Warszawie, Politechnikę Warszawską, Politechnikę Wrocławską i inne.

#### **Od czego zależy dalszy, efektywny rozwój Zakładów Azotowych w Tarnowie-Mościcach SA?**

Aktualne uwarunkowanie dalszego efektywnego rozwoju naszej firmy to przede wszystkim baza surowcowa. To bez wątpienia najpoważniejszy problem najbliższych lat. Restrukturyzacja dostosowawcza, jaka miała miejsce w Zakładach Azotowych w latach 90., objęła między innymi wycofywanie się z niewytrzymujących konkurencji, produkowanych na anachronicznej acetylenowej bazie surowcowej, akrylonitrylu, a obecnie CW. Zakłady Azotowe, podobnie jak zdecydowana większość przedsiębiorstw chemicznych w Polsce, nie mają wcale, bądź mają utrudniony dostęp do półproduktów bazowych pochodzenia petrochemicznego. Problem półproduktów bazowych w Polsce nigdy nie był zresztą rozwiązany do końca. Wystarczy tu wspomnieć chociażby o wielokrotnie powracającym projekcie realizacji Rafinerii Południe o petrochemicznym profilu produkcji. Na przeszkodzie w realizacji tego zamierzenia zawsze stawał brak środków. Z kolei podjęcie wytwarzania półproduktów bazowych na południu Polski przekracza możliwości wiodących zakładów polskiej chemii, zarówno każdego z osobna, jak i we współpracy. Nadziei na częściową poprawę tego stanu rzeczy należy upatrywać jedynie w rozbudowie bazy petrochemicznej PKN Orlen.

Podstawowymi surowcami dla Zakładów Azotowych w Tarnowie-Mościcach SA są: gaz ziemny, węgiel energetyczny, siarka, kamień dolomitowy, sól kamienna, a bazowym produktem pochodzenia petrochemicznego – benzen, fenol, aceton. Powszechnie znane są trudności producentów wynikające z wysokich cen gazu ziemnego, na co wpływ ma przede wszystkim jego wysoka cena na granicy i brak konkurencji wynikający z monopolu PGNiG SA. Ponieważ – przynajmniej w najbliższych latach – nie rysuje

się żadna alternatywa w tej kwestii, pozostaje tylko poszukiwanie możliwości i dróg dostępu do taniego gazu. Wygórowana cena gazu to bariera nie tylko w wykorzystywaniu go do produkcji chemicznej i nawozowej, ale także dla energetyki skojarzonej z produkcją chemiczną. To także bariera na drodze jego przetwórstwa do metanolu. Gałąź organiczna przetwórstwa metanolu jest znacznie efektywniejsza od gałęzi nawozowej. Ponadto wszystko wskazuje na to, że rola gazu będzie się ugruntowywała; nie tylko jako surowca do wytwarzania produktów bazowych (amoniaku, metanolu), ale także jako surowca substytucyjnego i komplementarnego z ropą naftową.

Podstawowym celem strategicznym Zakładów Azotowych w Tarnowie-Mościcach na lata 2000-2004 jest stworzenie materialnych i organizacyjnych podstaw do konkurencji z producentami Unii Europejskiej w warunkach otwartego rynku. Zakłada się utrzymanie dotychczasowej domeny Firmy. Kluczowymi obszarami koncentracji zasobów będą półprodukty do wytwarzania tworzyw sztucznych i włókien (głównie kaprolaktamu) oraz wyrobów z tworzyw sztucznych. Defensywną strategię przyjmuje się natomiast dla chlorku winylu, chloru oraz ługu sodowego. Utrzymywanie w dłuższym okresie produkcji chlorku winylu tylko na bazie acetyleny nie znajduje uzasadnienia ekonomicznego. Wycofywanie się z produkcji tego surowca musi być poprzedzone zbudowaniem trwałych i korzystnych powiązań z dostawcami tego monomeru. W obszarze nawozów azotowych inwestowanie zostaje ograniczone do minimum. W przypadku dalszego utrzymywania się niekorzystnych warunków w otoczeniu, możliwa jest zmiana strategii eksploatacji na strategię wyjścia.

Istotne ograniczenie poziomu finansowania zakłada się też dla energetyki. Kontynuowane będą poszukiwania partnerów strategicznych zainteresowanych inwestycjami w źródła mediów energetycznych dla Zakładów. Dotyczy to w szczególności energii elektrycznej, pary wodnej oraz gazów technicznych.

W omawianym okresie działania inwestycyjne zdominowane będą przez cztery największe projekty. Są to: Modernizacja i intensyfikacja wytwórni kaprolaktamu do 120 tt/rok, Intensyfikacja Polimeryzacji Chlorku Winylu o zdolności 100 tt/rok, Instalacja Poliamidy II o zdolności 22 tt/rok oraz Intensyfikacja Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych.

Zakłady Azotowe w Tarnowie-Mościcach SA, jako przedsiębiorstwo o większościowym udziale wartości produkcji tworzyw, dla których na najbliższe dziesięciolecie prognozy rozwoju są obiecujące, z uwagą obserwują zmiany zachodzące w świecie prowadzące do konsolidacji i koncentracji, postrzegają zagrożenia wynikające z tych zmian dla tych, którzy w te zmiany nie włączają się. Dlatego też – oprócz działań logistycznych i mających na celu pozyskiwanie tańszych surowców – podejmują działania mające zapewnić dostęp do surowców i chemikaliów bazowych w drodze porozumienia, konsolidacji bądź koncentracji oraz dotyczące wyboru właściwego kierunku prywatyzacji.

### **Jak wyglądają perspektywy funkcjonowania Zakładów Azotowych w Tarnowie-Mościcach SA w aspekcie integracji Polski z Unią Europejską?**

Przedsiębiorstwo nasze jest obecnie jednym z największych eksporterów swoich wyrobów w Polsce. W rankingu dziennika „Rzeczpospolita” znalazło się na 21 pozycji wśród eksporterów z przemysłu, natomiast w rankingu „Plastics Review” – eksporterów tworzyw sztucznych – uplasowało się na 1 miejscu. Eksport prowadzony jest głównie do państw Unii Europejskiej, Dalekiego Wschodu i Ameryki Południowej. Jego wysoki udział w całości sprzedaży i doświadczenie na rynkach zagranicznych pozwala na sprawne funkcjonowanie przedsiębiorstwa w warunkach międzynarodowej konkurencji, szczególnie w kontekście przyszłego włączenia Polski w struktury Unii Europejskiej.

Przedsiębiorstwo ukierunkowane jest na wytwarzanie wyrobów i usług na poziomie jakościowym spełniającym rosnące wymagania klientów oraz dążenie do sprostania konkurencji rynkowej. Świadczą o tym najdobitniej nagrody i liczne wyróżnienia na targach krajowych i międzynarodowych.

Prowadzone są także systematyczne działania ograniczające i eliminujące szkodliwe oddziaływanie na środowisko naturalne. Zakłady od 1994 roku rozwiązują problemy w ramach realizacji Programu Odpowiedzialność i Troska. W chwili obecnej Zakłady Azotowe w Tarnowie-Mościcach SA posiadają wszystkie zezwolenia i decyzje, pozwolenia wodno-prawne na pobór wód i odprowadzenie ścieków, decyzje o emisji dopuszczalnej oraz zezwolenie na wytwarzanie odpadów. Liczymy, że prowadzone działania w zakresie zidentyfikowania problemów środowiskowych wraz z ustaleniem harmonogramu ich wdrożenia, pozwolą na skreślenie z „Listy 80”. Przystąpiono również do wdrażania Systemu Zarządzania Środowiskowego według normy ISO14000. Przewiduje się, że audit certyfikujący odbędzie się w II półroczu 2001 roku.

Zakłady realizują liczne programy zarządzania bezpieczeństwem procesowym, mają opracowaną i ogłoszoną w marcu 2000 roku Politykę Bezpieczeństwa i rozpoczynają wdrażanie systemu zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy według Normy PN-N-18001.

Jesteśmy przekonani, że przygotowany program strategiczny w zakresie intensyfikacji produkcji i obniżenia kosztów, uwzględniający poprawę jakości, zwiększa pozycję przedsiębiorstwa i zapewni mu właściwe funkcjonowanie w strukturach Zjednoczonej Europy. Wymaga to jednak wyłożonej pracy zarówno ze strony kadry zarządzającej, jak i pracowników – na każdym szczeblu funkcjonowania przedsiębiorstwa.

**Dziękuję za interesujące wypowiedzi.**

przygotowała Anna Czumak-Bieniecka

## Z światła nauki i techniki

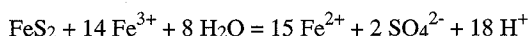
### Ocieplanie się oceanów

Według naukowców z National Oceanic & Atmospheric Administration, Silver Spring, Md., ocieplenie oceanów następuje od połowy lat 50. W wyniku zmian naturalnych, efektów antropogenicznych lub – co bardziej prawdopodobne – kombinacji obu tych czynników. Od połowy lat 50. do połowy lat 90. temperatura oceanów od powierzchni do głębokości 3000 m wzrosła o 0,06°C, a pojemność cieplna – o  $2 \cdot 10^{23}$  dzuła. W tym samym okresie temperatura górnej 300-metrowej warstwy wzrosła o 0,31°C. Większość oceanów ociepliła się, ale nie w takim samym stopniu. Ocean Atlantycki i Pacyfik zaczęły się ocieplać od lat 50., zaś Ocean Indyjski od połowy lat 60. Dane dotyczące temperatury oceanów i pojemności cieplnej były zbierane przez statki badawcze i inne okręty. Dotychczasowe badania ogólnego ocieplania kładły nacisk na fluktuacje temperatury powietrza i powierzchni, ale ocean może odgrywać ważną rolę w zmianach klimatycznych. (MG)

*Chem. Eng. News 2000, 78, nr 13, 22*

### Mikroorganizm utleniający żelazo, odporny na działanie kwasów

Ze szlamów i osadów pokrywających podziemny chodnik nieczynnej kopalni miedzi w północnej Kalifornii, wyodrębniono prymitywny mikroorganizm, który utlenia żelazo i dobrze rozwija się przy pH 0,5 (*Science 2000, 287, 1796*). Naukowcy z Uniwersytetu Wisconsin (Madison) stwierdzili, że organizmem tym jest archaeon, forma życiowa podobna do bakterii, ale różniący się od nich filogenetycznie. Ustalono, że archaeon, który może rozwijać się przy pH = 0, jest dominującym mikroorganizmem, który w podziemnym środowisku stanowi 85% recydującej wspólnoty mikrobiologicznej. Organizm ten nie posiada ściany komórkowej, co może mieć związek z jego zdolnością tolerowania ekstremalnych warunków kwasowych. Zespół badawczy sądzi, że przyczynia się to do odkwaszania kopalni przez regenerowanie  $Fe^{3+}$ , pierwotnego utleniacza przy niskim pH w procesie, w którym piryt ( $FeS_2$ ) jest konwertowany do kwasu siarkowego i wody:



Znanych jest kilka pokrewnych odmian archaeonu, które mogą rozwijać się przy pH 0, ale ich zasobność nie została dotychczas określona. (MG)

*Chem. Eng. News 2000, 78, nr 11, 41*

### Sygnatura marsjańskiej siarki pochodzi z atmosfery, a nie z życia

Nowe badania izotopowej sygnatury siarki w marsjańskich meteorytach pomagają wyjaśnić obieg siarki na Marsie wzbudzając wątpliwości, czy taką sygnaturę można wykorzystać jako znacznik biologiczny. Naukowcy z Uniwersytetu Kalifornijskiego w San Diego przyjrzeni się układowi izotopów siarki w meteorytach marsjańskich. Następnie przeprowadzono doświadczenia z fotolizą dwóch ważnych związków siarki występujących w atmosferze marsjańskiej:  $SO_2$  i  $H_2S$ . Stwierdzono, że reakcja ta powodowała frakcjonowanie lub zmianę stosunku izotopów

$^{32}S$ ,  $^{33}S$ ,  $^{34}S$  i  $^{36}S$  w produktach, dając izotopowy układ podobny do tego, jaki znaleziono w meteorytach (*Nature 2000, 404, 50*). Świadczy to o tym, że wiele siarki przechodzi z marsjańskiej gleby do atmosfery. Wyniki te mają również ważne implikacje dla naukowców proponujących poszukiwanie biogenicznej aktywności na Marsie. Ponieważ bakterie na Ziemi w dużym stopniu frakcjonują izotopy siarki  $^{32}S$  i  $^{34}S$  sądzono, że taka sygnatura w próbkach marsjańskich mogłaby służyć jako dowód aktywności biogenicznej. Nowe badania pokazują jednak, że tak samo daleko idące frakcjonowanie  $^{32}S$  i  $^{34}S$  może wystąpić w procesach niebiologicznych, a więc nie można tego uważać za wystarczający dowód na występowanie aktywności biologicznej. Gdyby izotopy siarki miały być wykorzystane do poszukiwania biogenicznej aktywności na Marsie, to należałoby brać również pod uwagę frakcjonowanie  $^{33}S/^{32}S$  oraz  $^{36}S/^{32}S$ . (MG)

*Chem. Eng. News 2000, 78, nr 10, 39*

### Kwas węglowy jest zaskakująco trwały

Zdaniem naukowców z Uniwersytetu w Innsbrucku (Austria) oraz Quenn Mary/Westfield College w Londynie [*Angew. Chem. Int. Ed. 2000, 39, 382*], kwas węglowy okazuje się zdumiewająco trwały, jeżeli idzie o jego rozkład na  $CO_2$  i  $H_2O$ . Obliczenia w zakresie mechaniki kwantowej wskazują, że w temp. 300 K energia aktywacji rozkładu wynosi 44 kcal/mol, a okres półtrwania 180 tysięcy lat. W obserwowanych znacznie szybszych procesach rozkładu kwasu węglowego pośredniczą jedna lub dwie molekule wody. Zespół innsbrucko-londyński proponuje poszukiwanie gazowego kwasu węglowego w dalekim kosmosie, gdzie może on powstawać w wyniku zderzeń ditlenku węgla z protonami. Naukowcy sugerują, że najpierw zarejestrować w laboratorium widmo w podczerwieni gazowego  $H_2CO_3$ , ponieważ może się ono różnić od znanego widma tego związku w stanie stałym. (MG)

*Chem. Eng. News 2000, 78, nr 10, 39*

### Klonowane krowy o przedłużonym życiu

Badacze z Advanced Cell Technology (ACT), Worcester, Mass., wyhodowali klonowane krowy, których komórki nie wykazują żadnych oznak starzenia w przeciwieństwie do owcy Dolly i innych sklonowanych wcześniej zwierząt. Uzyskane wyniki mogą prowadzić do odmłodzonych komórek i tkanek dla celów transplantacyjnych i innych zastosowań medycznych. W miarę starzenia się zwierząt następuje skracanie telomerów na chromozomach komórek, obniżające replikatywny czas ich życia. Dolly i inne sklonowane dotychczas zwierzęta urodziły się ze skróconymi już telomerami, jakie istnieją u dojrzałych zwierząt, z których pobrano ich materiał genetyczny. Natomiast sklonowane krowy wyhodowane przez naukowców z ACT posiadają dłuższe telomery niż normalne krowy w tym samym wieku, a w niektórych przypadkach nawet dłuższe aniżeli u nowonarodzonych normalnych cieląt. Naukowcy nie wiedzą jeszcze dokładnie jakie metodologiczne różnice zastosowane w technice klonowania spowodowały efekt odmładzania. (MG)

*Chem. Eng. News 2000, 78, nr 18, 52*