

# PRZEMYSŁ CHEMICZNY

MIESIĘCZNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM POLSKIEGO PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO, WYDAWANY STARANIEM INSTYTUTU BADAŃ NAUKOWYCH I TECHNICZNYCH „METAN“ WE LWOWIE

NR. 1.

LWÓW, STYCZEŃ 1921.

ROCZNIK V.

REDAKTOR: PROF. DR KAZIMIERZ KLING

TREŚĆ: Nr. 1: Prof. K. Smoleński: Technologia chemiczna jako nauka, str. 1. — Dr. W. Dominik: Otrzymywanie kwaśnych siarczanów potasowców z siarczanu amonu i siarczanu potasowca, str. 10. — Dział sprawozdawczy, str. 15. — Wiadomości bieżące, str. 20. — Zagraniczny targ chemiczny, str. 22.

PROF. K. SMOLEŃSKI.

## TECHNOLOGJA CHEMICZNA JAKO NAUKA <sup>1)</sup>.

Poglądy swoje na sprawę wykładów technologii chemicznej buduję na założeniu, że technologia chemiczna jest nauką samodzielną, odrębną od innych, mającą własne prawo obywatelstwa wśród wielkiej rodziny nauk. Obrona tego założenia i dalsze jego rozwinięcie będą główną treścią mojego wykładu.

Z obawy, abym nie był w dalszym ciągu źle zrozumiany, muszę odrazu na wstępie zastrzedz się, że należę do tych chemików-technologów, którzy widzą w nauce chemii główne źródło siły życiowej dla rozwoju technologii chemicznej, a gruntowne wykształcenie z chemii ogólnej uważają za pierwszy i najważniejszy warunek wykształcenia chemiczno-technologicznego. Do-dałbym tylko, że obok chemii widzę to źródło jeszcze i w fizyce, zwykle pod tym względem niedocenianej i w wykształceniu chemika-technologa za-niedbywanej. Taki pogląd na chemję i fizykę nie przeszkadzał mi w uwa-żaniu technologii chemicznej za samodzielną naukę, i w dążeniu do tego, ażeby każdy chemik-technolog posiadał obok wykształcenia z chemii i fizyki naukowe wykształcenie z technologii chemicznej.

<sup>1)</sup> Wykład wstępny, wygłoszony w Politechnice Warszawskiej, w listopadzie 1919 r.

Jeżeli chemję i fizykę możemy przyrównać do podstawy, fundamentu, na którym budujemy gmach wiedzy chemiczno-technologicznej, to przecież technologia chemiczna może mieć pretensję i prawo, ażeby ją uważano za ściany i pokrycie tego budynku.

Zdarzy się jednak Panom spotkać ze zdaniem, że technologia chemiczna, jako nauka, nie istnieje; że istnieją jako nauki: chemja, fizyka, mechanika i inne, a po za ich obrębem wegetuje technologia chemiczna, żyjąca ich kosztem, jako „zbiór recept i praktycznych wskazówek“, w rodzaju opisu rzemiosła (np. piwowarstwa, mydlarstwa, farbiarstwa, podobnie jak: stolarstwa, ślusarstwa).

Z ust innych osób, bliżej stojących technologii, usłyszą Panowie zdanie, że technologia chemiczna, nie będąc nauką samodzielną, jest działem czy poddziałem chemji, traktującym obszerniej o sposobach otrzymywania produktów, posiadających znaczenie przemysłowe. Osoby te utożsamiają zwykle „technologję chemiczną“ z „chemją techniczną“, lub z „chemią stosowaną“.

Zwalczanie podobnych zdań w miarę sił i zdolności uważam za swój obowiązek, nie tylko w imię prawdy i słuszności, lecz jeszcze dlatego, że opinie takie źle wpływają na psychologję osób, kształcących się lub pracujących w dziedzinie technologii chemicznej, przeszkadzając im w należytem zrozumieniu i ocenie głównych podstaw technologii chemicznej, jako nauki.

Proszę Panów, dla braku czasu nie mogę wdawać się w wszechstronne rozpatrzenie pytania, co to jest „nauka“, jakie działy „wiedzy“ zasługują na zaszczytną nazwę „nauki“. Mogę tylko wskazać na główną, zdaniem mojem, cechę „naukowości“: jest nią posiadanie przez dany dział wiedzy własnych „uogólnień“, w postaci zasad, praw czy prawideł; prócz tego samodzielną naukę cechują: własny cel i zadania, własne środki i metody do osiągnięcia tych zadań, własny system i klasyfikacja.

Uważam, że technologia chemiczna posiada w mniejszym lub większym stopniu te wszystkie cechy, że jest przeto nauką samodzielną. Zdanie to nie zyskało jeszcze ogólnego uznania; przypisuję to głównie temu, że technologia chemiczna jest jeszcze nauką bardzo młodą, a pod niektórymi względami znajduje się zaledwie „*in statu nascendi*“. Technologia chemiczna, jako nauka, jest znacznie młodszą od chemji, którą niedawno jeszcze nazywano najmłodszą z nauk. Nie posiada technologia chemiczna jeszcze do dziś dnia ścisłej systematyki i klasyfikacji, mało posiada ściśle określonych praw i prawideł, nie sformułowała jeszcze ostatecznie swojego celu i zadań. Ale posiada już w tych wszystkich kierunkach dużo materiału, niestety nieuporządkowanego, nieujętego w ściśle ramy. Technologia chemiczna, jako nauka, przypomina jeszcze dziewiczy las, przez który trudno się jest przedrzeć, którego rozciągłość i kształty niedostatecznie są znane, przez który brakuje jeszcze dróg, a w niektórych częściach nawet ścieżek, który we wnętrzu swoim ukrywa dużo rzeczy nieznanych, niezbadanych, pożytecznych a nie-



wyzyskanych, las dziewiczy, w którym dziś łatwo jeszcze zabłądzić, ale poznanie którego nęci umysł ludzki, obiecując dużo ciekawych i pożytecznych odkryć.

Spróbujmy odszukać w tym lesie dziewiczym głównych jego właściwości!

Przedewszystkiem stawiam pytanie, jaki cel posiada nauka technologii chemicznej? Odpowiadam, że „technologia chemiczna, jako nauka, ma na celu opracowanie sposobów przemysłowego wytwarzania rozmaitych potrzebnych ludzkości przetworów przez zastawanie procesów chemicznych“.

Określenie to nie wymaga, zdaje się, ani uzasadnienia ani wyjaśnienia. Co najwyżej warto zwrócić uwagę na to, że zakres zastosowania w technologii chemicznej procesów czysto chemicznych bywa bardzo różny dla wytwarzania różnych produktów. Prawie zawsze obok procesów czysto chemicznych występują procesy fizyko-chemiczne i fizyczne, niekiedy mechaniczne i inne. Ustosunkowanie procesów czysto chemicznych do pozostałych bywa bardzo rozmaite: w jednych gałęziach technologii, np. w wytwarzaniu syntetycznych barwików, czysto chemiczne procesy, takie jak: nitrowanie, dwuazowanie, sulfonowanie i t. d., odgrywają rolę główną, powodzenie wytwarzania zależy przedewszystkiem od umiejętnego ich wykonania, inne zaś procesy odgrywają rolę podrzędną; w innych gałęziach, np. w cukrownictwie, procesy czysto chemiczne odgrywają rolę drugorzędną, na pierwszy natomiast plan wysuwają się procesy fizyko-chemiczne lub fizyczne, takie jak: wylugowanie cukru z buraka, odparowanie roztworów cukru, krystalizacja cukru i t. d.

Z podanego określenia celu technologii chemicznej widzimy, że jest ona nauką stosowaną, mającą na celu zadowolenie pewnych materialnych potrzeb ludzkości.

Jakież, dalej, zadanie stawia sobie i rozwiązuje technologia chemiczna? Spróbujemy znaleźć dla nich najogólniejszy wyraz.

Przypomnijmy sobie, że na przemysłowe wytwarzanie produktów składają się następujące czynniki: 1) bogactwa naturalne, 2) praca ludzka, 3) twórczość ducha ludzkiego i 4) t. zw. kapitał. Wszystkie te czynniki, za wyjątkiem twórczości ducha ludzkiego, są ograniczone w czasie i przestrzeni. Jednocześnie materialne potrzeby rodzaju ludzkiego są tak dalekie od zaspokojenia, że dzisiaj mogą być nazwane „nieograniczonymi“. Trwały, materialny postęp ludzkości możliwym jest tylko w tym wypadku, jeżeli ludzkość potrafi wytwarzać potrzebne produkty z możliwie małym zużyciem bogactw naturalnych, pracy ludzkiej i kapitału. Prawda ta zyskała już dziś powszechne uznanie w zastosowaniu do pracy ludzkiej i kapitału (w znacznej mierze na skutek ostrej walki między tymi dwoma czynnikami), w zastosowaniu jednak do bogactw naturalnych jest

jeszcze zapoznaną i zaniedbaną. Ogół ludzkości stoi jeszcze dziś w tym względzie na stanowisku: „był las bez nas, będzie las i po nas“, lub na poziomie chłopca rosyjskiego, który wychodząc z zasady, że bogactwa naturalne są darem boskim, mało się troszczy o ich los. Jesteśmy świadkami zacieklej walk o to, do kogo te bogactwa naturalne należeć powinny, do narodu *A* czy do narodu *B*, do kapitalistów czy do państwa, ale mało jeszcze widzimy troski o to, że bogactwa te są ograniczone, że się stopniowo wyczerpują i kiedyś wyczerpią. Otóż najgłówniejszym zadaniem technologii wogóle, a więc i technologii chemicznej, jest, zdaniem mojem, troska o to, ażeby usunąć obawę o wyczerpanie bogactw naturalnych na czas nieograniczenie daleki, a zarazem zapewnić rodzajowi ludzkiemu jaknajobszerniejsze zadowolenie potrzeb materialnych.

Bogactwa naturalne sprowadzić się dają do źródeł materji (surowiec do produkcji, np. rudy, sól, ropa i t. p.) i źródeł energii (paliwo, wodospady, wiatry). Jeżeli pracę ludzką zaliczymy do postaci „energji“, a kapitał będziemy uważali za potencjalną formę pracy ludzkiej, wtedy możemy powiedzieć, że: „główne zadanie technologii wogóle, a więc i technologii chemicznej, polega na opracowaniu sposobów wytwarzania, połączonych z najmniejszym zużyciem materji i energii na jednostkę produktu“.

Takie określenie uważamy za bardziej ogólne, a przeto bliższe słuszności, niż dwa inne, które z dwóch stron, prawej i lewej, mogą być inspirowane: 1) „z najmniejszym zużyciem kapitału“, 2) „z najmniejszym zużyciem pracy ludzkiej“.

Chociaż nauka dowiodła nam, że „ani materja ani energia nie giną“, nie może nas to uspokajać w trosce o zużywanie bogactw naturalnych, technologia bowiem potrzebuje nie materji i energii wogóle, lecz takich jej postaci, które nadają się do przemysłowego wytwarzania. Materja surowca po przetworzeniu na produkty, nie wraca już zwykle sama przez się do pierwotnej postaci, albo wraca po tak odległym czasie i w takim miejscu, że przestaje mieć znaczenie praktyczne dla ludzkości. Cóż nam bowiem przyszkodzi z tego, że „materja nie ginie“, że pierwiastki wytworzonych produktów w zmienionym, a choćby pierwotnym, układzie powrócą do przyrody, jeżeli czerpiąc materję ze skoncentrowanych jej skupień, pokładów, rozrzucimy ją po powierzchni kuli ziemskiej w postaci niezwyklego rozcieńczenia? Skupienia materji wytwarzały się przez całe epoki geologiczne, i nie mamy żadnej nadziei, żeby się te procesy mogły powtórzyć w epoce dzisiejszej ludzkości.

Co do źródeł energii, to sprawa stoi bodaj że jeszcze gorzej. Zużywając energję w celu wykonania pracy przeprowadzamy ją zawsze ze stanu wyższego napięcia do stanu napięcia niższego; odwrotnego procesu, bez zużycia postronnej energii, skutecznie nie umiemy, raczej, jak dziś mocno



wierzemy, nie możemy dla zasadniczego prawa natury. Głównem źródłem energii jest dzisiaj paliwo; przez spalanie zamieniamy związki organiczne o wysokiem napięciu energii chemicznej na  $CO_2$  i  $H_2O$ , związki o tak nizkiem napięciu, że ich już dzisiaj do wytwarzania energii celowo użyć nie potrafimy. Póki nie potrafimy zaprzężyć do roboty na wielką skalę nowych źródeł energii, które mogą się odnawiać, powracać do wysokiego napięcia dzięki siłom przyrody (np. wodospady, przypływ i odpływ morski), póty jedną z najważniejszych trosk każdej technologii będzie możliwie oszczędne zużywanie paliwa. Wiemy przecież, że znane i dostępne zapasy węgla, torfu i t. p. są na kuli ziemskiej bardzo ograniczone, i że termin wyczerpania się ich oblicza się nie na epoki geologiczne, jak ich tworzenia, lecz na setki lat. Śmiem wypowiedzieć zdanie, że nie tylko praca ludzka, a raczej nie tyle praca ludzka musi być ze względu na przyszłe pokolenia oszczędzana, ile zużycie materji i energii. Prawa ochronne dla nich stają się nie mniej piekącą potrzebą, niż prawa, ochraniające pracę ludzką.

Cel i główne zadanie technologii chemicznej, pojęte we wskazany sposób, wyróżniają ją i wyodrębniają od tych nauk czystych, z których pomocy korzysta ona w szerokim zakresie, od chemji i fizyki. Te ostatnie, dążąc do rozwiązania swoich zadań, nie mają na celu opracowania sposobów wytwarzania jakichkolwiek potrzebnych ludzkości produktów; celem ich właściwym jest poznanie praw, jakie rządzą zjawiskami chemicznymi czy fizycznymi; nie obchodzi ich przeto również sprawa najbardziej celowego wyzyskania bogactw naturalnych, pracy ludzkiej i kapitału.

To, że postępy chemji i fizyki przyczyniają się w najwyższym stopniu do rozwoju technologii, i że nie sposób sobie wyobrazić dalszych postępów technologii, gdyby nauka czysta, chemja i fizyka, stanęły na miejscu, nie przeczy temu, cośmy wyżej powiedzieli, bo chodzi nam nie o skutki praktyczne, ale o cel i zadanie nauki.

Ze wskazanego zasadniczego zadania technologii chemicznej wypływają niektóre ważne zadania poszczególne. Ze względu na oszczędność materji i energii, czyli, wyrażając się językiem dzisiejszym, w celu obniżenia kosztów produkcji, technologia chemiczna musi zwracać baczną uwagę na t. zw. „wydatek produktu“, czyli na ilość jego wyliczoną w odsetkach bądź od teoretycznie całkowitej, bądź od zużytego głównego surowca. W wielu wypadkach wydatek decyduje o tem, czy dana produkcja lub jej odmiana mogą wejść w życie wobec konkurencji produktu, otrzymanego innym sposobem, lub innych podobnych produktów.

Z tej samej ogólnej zasady „najmniejszego zużycia materji i energii“ wypływa dążenie technologii technicznej do wyzyskania odpadków fabrykacji, szczególnie w celu wytwarzania z nich produktów chemicznych.

Oprócz klasycznego, a dziś oklepanego już przykładu z wyzyskaniem niektórych składników smoły węglowej dla rozwoju całej nowej dziedziny

przemysłu chemicznego — fabrykacji barwików i innych — pragnę tu zwrócić uwagę Panów na inny, mniej znany a ciekawy przykład wyzyskania odpadków fabrykacji, zaczerpnięty z cukrownictwa. Dla otrzymania cukru z t. zw. melasu (matecznego roztworu po krystalizacji), strąca się cukier z rozcieńczonego roztworu w postaci t. zw. cukrzanów. Sposób ten „odcukrzania“ melasu naogół niedługo się utrzymał w praktyce, jako niedostatecznie zyskowny. Ostał się jednak w kilku wielkich cukrowniach niemieckich dlatego, że potrafiły one zużyć ługi odpływające od cukrzanów, a zawierające sole potasu i azot zawierających kwasów organicznych, do wyrobu cyjanku sodu, siarczanu amonu i węglanu potasu. Z produktów tych najcenniejszym jest cyjanek sodu; na kilka lat przed wojną prawie  $\frac{2}{3}$  światowej produkcji tej soli, potrzebnej w Transwaalu, Kalifornji, Australji i t. d. do ługowania złota, pochodziły z Niemiec i były otrzymywane z ługów pomelasowych lub z podobnych do nich co do składu wywarów z gorzelnictwa melasowego.

Podawszy sformułowanie celu i głównego zadania technologii chemicznej, spróbujemy teraz wyjaśnić, za pomocą jakich środków technologia chemiczna dąży do rozwiązania swego zadania. Środki te będą zarazem poszczególnymi składnikami technologii chemicznej, jako nauki.

Domyślamy się już z poprzednio rozwiniętych myśli, że opracowanie sposobów, potrzebnych technologii chemicznej, nie może ograniczać się do zbadania reakcyj chemicznych, za pomocą których otrzymuje się dany produkt, jak to czyni chemja czysta i czem się często zadawalnia chemja techniczna. Musi ono uwzględniać wszystkie główne czynniki, potrzebne do należytego wyrobu produktu, o ile nie stanowią one przedmiotu innych odrębnych nauk (np. mechaniki stosowanej, budownictwa).

Z tego punktu widzenia w technologii chemicznej, jako nauce, możemy dopatrzeć się następujących głównych składników:

I. Poznanie materiałów surowych, głównych i pomocniczych (paliwo, woda, inne), półproduktów (produktów przejściowych) i gotowych produktów, ich własności chemicznych, fizycznych i mechanicznych, niekiedy biologicznych; musi tu być też uwzględniona strona ekonomiczna i handlowa.

II. Poznanie i opracowanie procesów, za pomocą których z materiałów surowych otrzymuje się produkty; procesy te mogą być: czysto chemiczne, takie, jak nitrowanie, sulfonowanie węglowodorów aromatycznych; fizyko-chemiczne i fizyczne, takie, jak odparowanie, krystalizacja, rozpuszczanie i inne, wreszcie mechaniczne, takie, jak rozdrabnianie, mielenie materiałów; niekiedy biologiczne, np. fermentacja. Procesy te dla krótkości będziemy dalej nazywali technologicznymi.

III. Poznanie i udoskonalenie narzędzi pracy, potrzebnych do wykonania wskazanych procesów. Takimi narzędziami będą różne apa-



raty, np. aparaty wyparne, krystalizatory, cedzidła, piece chemiczne, młyny i inne. Tu też mogą być zaliczone aparaty i maszyny do wytwarzania energii: cieplnej (kotły parowe) i mechanicznej (silniki parowe i inne); te ostatnie zresztą wchodzi już wyłącznie w zakres mechaniki stosowanej.

Który z tych trzech składników będzie najważniejszym, najwybitniejszym dla technologii chemicznej, jako nauki? W pierwszej części — poznania i oceny materiałów i produktów — wystarcza nam jeszcze w znacznej mierze wiedza czysto chemiczna, szczególnie analiza chemiczna, analiza techniczna, poparte przez pomoc t. zw. towaroznawstwa; w części trzeciej — dotyczącej narzędzi pracy, aparatów i maszyn przemysłu chemicznego — możemy liczyć na wybitną pomoc mechaniki stosowanej. W części drugiej, poruszającej o procesach, stosowanych przy wyrobie produktów, poza procesami czysto chemicznymi, co do których czerpiemy wskazówki i pomoc z czystej chemii, niewiele możemy otrzymać w gotowej postaci od innych gałęzi wiedzy, musimy tu pracować samodzielnie. Jednocześnie mamy w tej części do czynienia z najbardziej ogólnymi zasadami, znajdującymi zastosowanie w rozmaitych poszczególnych gałęziach technologii; takie procesy, jak rozpuszczanie, odparowanie, krystalizacja, cedzenie i t. p., używane są przy wyrobie najrozmaitszych produktów; poznanie zasadniczych praw, rządzących tymi procesami, daje klucz do opanowania wielu technologii. W tej więc części dopatruję się środka ciężkości nauki technologii chemicznej. Korzystamy oczywiście przy badaniu i opracowaniu tych procesów ze wskazówek innych nauk (chemii fizycznej, fizyki i in.), ale wskazania te muszą być z gruntu przerobione, przystosowane do wymogów technologii, muszą uwzględnić całą masę warunków, zaniedbywanych często zupełnie lub niedostatecznie uwzględnianych w nauce czystej.

Jako na jeden z takich wymogów technologii muszę tu wskazać przede wszystkim na konieczność uwzględniania przy opracowaniu sposobów wytwarzania, oprócz ilości materji i energii, zużywanych na jednostkę produktu, jeszcze i ilości czasu, potrzebnego do wykonania pewnego procesu. Nie jest rzeczą obojętną dla technologii, czy pewien proces *ceteris paribus* będzie trwał godzinę czy też dobę, czy choćby tylko dwie godziny zamiast jednej, ponieważ przyspieszenie procesu znacznie zaoszczędza koszty opłaty robotnika, zużycia energii cieplnej i mechanicznej, amortyzacji urządzeń fabrycznych i t. d. Sprawa szybkości procesów technologicznych posiada dla technologii chemicznej wielkie znaczenie. Co do procesów czysto chemicznych, to od wielu już lat chemia fizyczna zajęła się poważnie sprawą szybkości reakcji, z czego wielkie korzyści odniosła technologia chemiczna. Jeżeli jednak od procesów czysto chemicznych przejdziemy do stosowanych w technologii na wielką skalę procesów fizycznych i fizyko-chemicznych, to zobaczymy, że czysta wiedza rzadko kiedy daje nam dostateczne dla praktyki wskazówki co do szybkości tych procesów. Weźmy dla przykładu szyb-

kość odparowania płynu (np. wody), ogrzewanego za pomocą pary, np. w celu zagęszczenia roztworu. Technologia musi z dostateczną dla praktyki ścisłością rozstrzygnąć sprawę, ile wody można odparować w aparacie wyparnym w jednostce czasu w pewnych określonych warunkach. Ilość odparowanej wody będzie oczywiście proporcjonalna do ilości ciepła, jaką uda się w danych warunkach doprowadzić do wrzącego płynu; dzisiaj wiemy, że ta ilość ciepła  $Q$  określi się przez następującą zależność:

$$Q = k (t_1 - t_2) \cdot S \cdot h$$

gdzie  $t_1$  — temperatura grzejącej pary,  
 $t_2$  — „ wrzącego płynu,  
 $S$  — powierzchnia ogrzewania (np. w  $m^2$ ),  
 $h$  — czas ogrzewania (np. w minutach),  
 $k$  — współczynnik przechodzenia ciepła.

Ta formuła da się jeszcze wyprowadzić z ogólnych praw fizyki. Dalsze jednak badania, dotyczące zależności współczynnika  $k$  od rozmaitych czynników, są już wyłączną zasługą technologii, w znacznej mierze technologii chemicznej. Wiemy dziś, że współczynnik  $k$  zależy od materiału i grubości ścianek powierzchni ogrzewalnej, że wzrasta on znacznie ze wzrostem ciśnienia pary grzejącej, a spada z jego zmniejszeniem, szczególnie poniżej atmosfery. Dalej wiemy, że wzrasta on znacznie ze wzrostem szybkości przepływu pary po powierzchni ogrzewalnej. Wiemy, że  $k$  będzie zależało od wysokości słupa płynu, od szybkości jego cyrkulacji, od ruchliwości płynu, jego lepkości i t. d. Wszystkie te wiadomości, chociaż nie zawsze dziś jeszcze ujęte w formę ściśle określonych praw, pozwalają nam prawidłowo obliczać, konstruować i budować aparaty wyparne i ogrzewalne i osiągać dla danych warunków największą szybkość odparowania i ogrzewania.

Jeszcze mniej dała nam wiedza czysta np. dla sprawy szybkości krystalizacji. A przecież dla pewnych działów technologii, np. choćby dla cukrownictwa, jest to sprawa pierwszorzędnej doniosłości. Musimy tu zaraz dodać, że technologia poradziła sobie tutaj z dużym powodzeniem sama, dochodząc przez rozumowanie i doświadczenie do pewnych zasad, które chociaż nie mogą być sformułowane, jako ścisłe prawa, pozwoliły jednak opanować w znacznej mierze przebieg procesu krystalizacji. Wprowadziła np. technologia pojęcie współczynnika przesycenia i wykazała zależność szybkości krystalizacji od jego wielkości; wykazała wpływ temperatury, wpływ lepkości roztworu; wykazała doświadczalnie wpływ ciągłego odnawiania wyczerpywanego roztworu w najbliższym sąsiedztwie rosnącego kryształu i wypracowała sposób „krystalizacji w ruchu“, przez powolne mieszanie krystalizującej masy, znakomicie zwiększające szybkość krystalizacji, i t. d. W rezultacie osiągnęła, np. w cukrownictwie poważne rezultaty, zastępując 4-ro lub 5-ciokrotną krystalizację ciągłą się przez kilka miesięcy



przez dwukrotną, wymagającą do swego ukończenia zaledwie kilku dni, Stworzyło też cukrownictwo nowe sposoby krystalizacji; opracowało sposoby otrzymywania kryształów równomiernych, jednakowej wielkości i kształtu, w całej krystalizującej masie, wynoszącej niekiedy tysiące pudów; znalazło sposoby dowolnego otrzymywania kryształu drobnego lub dużego; wykryło prawa, rządzące wpływem ciał obcych („niecukrów“) na współczynnik rozpuszczalności cukru i t. d.

W wielu wypadkach technologia chemiczna opracowała swoje procesy zupełnie samodzielnie, wykorzystując na własną rękę ogólne prawa przyrody, wykryła dla tych procesów zasady ogólne, znajdujące zastosowanie w rozmaitych poszczególnych technologiach, a niekiedy obejmujące wielorakie procesy technologiczne.

Dobrym tego przykładem może być prawo ruchu przeciwnadobowego, znajdujące bardzo rozległe zastosowanie w technologii chemicznej. Wiemy, że szybkość reakcji, zachodzącej między dwoma odrębnymi środowiskami, np. szybkość wymiany ciepła, dyfundowania i t. p., jest proporcjonalną do różnicy napięć reakcyjnych środowisk, między którymi zachodzi reakcja, np. do różnicy temperatur ( $t_1 - t_2$ ) lub stężeń ( $c_1 - c_2$ ). Jeżeli zetkniemy ze sobą takie dwa ciała (środowiska), to reakcja idzie z początku szybko, potem w miarę postępu reakcji, dążącej do wyrównania napięć reakcyjnych, a więc do zmniejszania ich różnicy, coraz to wolniej i wolniej, wreszcie zatrzymuje się po wyrównaniu napięć reakcyjnych, bez całkowitego wyczerpania zdolności reakcyjnej reagujących środowisk. Dla przykładu weźmy pochłanianie przez wodę gazu chlorowodoru, zmieszanego z innymi gazami, w wodzie nierozpuszczalnymi. Przy zwykłym sposobie wpuszczania chlorowodoru do masy wody reakcja pochłaniania idzie z początku bardzo szybko, potem zaczyna słabnąć coraz to bardziej; chcąc otrzymać stężony roztwór chlorowodoru wypadnie prowadzić proces powoli i przy końcu reakcji godzić się z tem, że część niepochłoniętego chlorowodoru uchodzić będzie z nierozpuszczalnymi gazami; chcąc zaś szybciej i całkowicie pochłoniąć chlorowodór wypadnie użyć nadmiaru wody, otrzymując słaby kwas solny. Jeżeli jednak zamiast zwykłego zetknięcia z sobą dwóch ciał będziemy je stykali z sobą w ruchu i skierujemy je w kierunku przeciwnym, jedno naprzeciw (na spotkanie) drugiego, wtedy możemy osiągnąć na całej długości drogi pewną mniej więcej jednakową, niezbyt wielką, lecz dla praktyki dostatecznie wysoką, różnicę napięć, ponieważ w miarę spadku napięcia ze strony jednego ciała spotyka ono w drugim napięcie również coraz to niższe. Przy prawidłowej robocie możemy osiągnąć na obydwu końcach drogi różnicę napięć bliską zera i w ten sposób wyzyskać (prawie) całkowitą zdolność reakcyjną ciał, doprowadzając przez to reakcję do końca, bez użycia nadmiaru tych ciał, a jednocześnie z pewną dostateczną szybkością. W ten sposób, zmuszając np. chlorowodór, zmieszany z innymi

gazami, do ruchu postępowego, w kierunku przeciwnym do ruchu wody, możemy dostatecznie szybko pochłoniąć z gazów wszystkich chlorowodor i jednocześnie otrzymać stężony roztwór jego w wodzie. Reakcje podobne, o ile zachodzą między plynem a gazem, urzeczywistniamy zwykle w przyrządach wieżowych, w których woda siłą ciężkości spada z góry na dół, a gaz siłą naturalnego lub sztucznego ciągu posuwa się z dołu do góry. Zasada ruchu przeciuprądowego znajduje zastosowanie w najrozmaitszych dziedzinach technologii, przy wykonaniu najrozmaitszych procesów i wszędzie przynosi wielkie korzyści.

(Dokończenie nastąpi.)

DR. W. DOMINIK.

## OTRZYMYWANIE KWAŚNYCH SIARCZANÓW POTASOWCÓW Z SIARCZANU AMONU I SIARCZANU POTASOWCA. <sup>1)</sup>

Jak wiadomo, siarczan amonowy, ogrzewany do *ca* 150° C rozkłada się na  $AmHSO_4$  i amonjak. Reakcja ta zaczyna się około 150° C, t. j. przy punkcie topliwości  $Am_2SO_4$ . Można powiedzieć, że stopiony  $Am_2SO_4$  jest nietrwały, czyli uwzględnivszy dysocjację elektrolityczną na  $Am^+$  i  $AmSO_4'$ , wysnuć można wniosek, że jon  $AmSO_4'$  nie może istnieć i rozpada się na  $NH_3$  i  $HSO_4'$ . B. A. S. F. wypracowała na tej zasadzie metodę techniczną przemiany  $Am_2SO_4$  na  $AmHSO_4$  i  $NH_3$  przez ogrzewanie bogatymi w parę wodną gazami spalania. Patent ten został udzielony w Niemczech w roku 1919.

Jeżeli będziemy ogrzewać zamiast  $Am_2SO_4$  mieszaninę siarczanów amonowego i sodowego <sup>2)</sup>, to da się przewidzieć co następuje, o ile wchodzące w grę sole tworzą roztwory płynne. Powstały  $AmHSO_4$  będzie w znacznym stopniu zjonizowany na  $Am^+$  i  $HSO_4'$ . Obok tego będą jony  $Na^+$  i  $NaSO_4'$ , bo tak prawdopodobnie pójdzie dysocjacja obojętnego siarczanu sodu. W tych warunkach musi zająć podwójna wymiana i utworzy się pewna ilość niezdyssocjowanego  $NaHSO_4$  przy odtworzeniu odpowiedniej ilości niezjonizowanego  $Am_2SO_4$  a przez to i jonu  $AmSO_4'$ , który jako nietrwały będzie nadal wydzielał amonjak, przechodząc w  $HSO_4'$ . W ten sposób coraz dalsze ilości kwaśnego siarczanu amonu powinnyby ulegać rozkładowi aż do ustalenia się stanu równowagi.

<sup>1)</sup> Zgłoszono do ochrony patentowej w Polsce na rzecz Instytutu badań „Metan“.

<sup>2)</sup> Gaskell i Hurter, pat. niem. 30198 (Lunge, Hdb. d. Sodaindustrie, III. Aufl. tom. III. Str. 170); Blattner, Dingl. Polyt. Journ. 225, 252.