

SESJA I

Przewodniczący Prof. dr P. M. Silin
Prezydium Dr A. Carruthers
Prof. dr R. Bretschneider
Dr K. Vukov

1/1

TEORIA PRACY APARATÓW DYFUZYJNYCH I JEJ ZASTOSOWANIE

P. M. SILIN

Moskiewski Instytut Politechniczny Przemysłu Spożywczego, Moskwa

Przypadł mi zaszczyt wygłoszenia pierwszego referatu na pierwszej międzynarodowej konferencji cukrowniczej organizowanej w kraju należącym do bloku socjalistycznego. Być może, zaszczyt ten przypadł mi z racji wieku — mam już 75 lat, mogę więc niejedno opowiedzieć z historii cukrownictwa. Chciałbym opowiedzieć coś o początkach powstania teorii dyfuzji cukrowniczej opartej na prawie Ficka.

Było to przed 50 laty. Jako młody student pracowałem w cukrowni Ziemięcyno na stanowisku chemika kierującego nocną zmianą w laboratorium. Pewnej nocy mieliśmy w wysłodkach wysokie straty cukru, przekraczające 1%. I oto z rana przyszedł zagniewany dyrektor i pyta mnie, jakie kroki przedsięwziąłem, aby zmniejszyć te straty. Odpowiedziałem na to, że ładunek dyfuzorów był bardzo duży, i że prosiłem, aby zwiększono odciąg soku, ale rad moich nie posłuchano. Dyrektor wykrzyknął: „Któż by słuchał takich rad? Pan nic nie wie, nawet tego Pan nie wie, że przy zwiększonym ładunku trzeba zmniejszyć odciąg soku z dyfuzorów”.

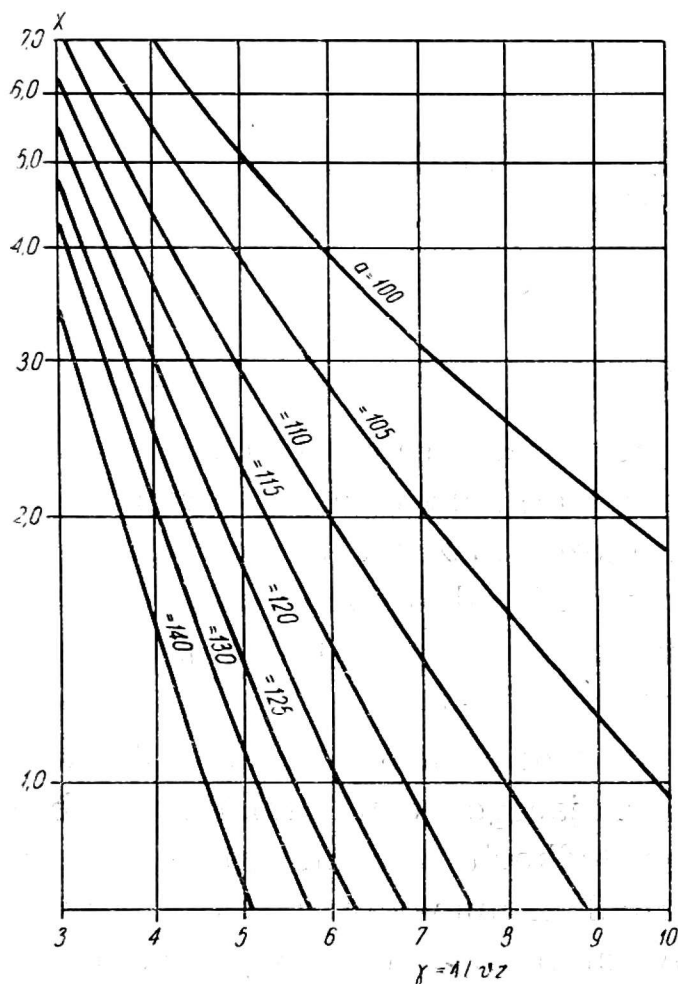
Zdziwiłem się i w żaden sposób nie mogłem tego zrozumieć. Mój dyrektor był jednak człowiekiem wykształconym; tego samego dnia przyniósł mi książki, artykuł z czasopisma i pokazał mi obliczenia Baudry wraz z odpowiednią tabelą. Dla mnie jasne było, że to jest absurd i że konieczne jest opracowanie nowej teorii na podstawie prawa Ficka.

Pierwszy zarys tej teorii miałem możliwość opublikować dopiero

w 1923 r. [1]. Szybki rozwój cukrownictwa radzieckiego wymagał szerszego rozwinięcia wariantów teorii, które kolejno opublikowałem w 1933 [2], 1937 [3], 1956 [4], 1957 [3] i w 1960 r. [5].

W dawnej teorii, nie uwzględniającej prawa Ficka, przeceniano znaczenie tzw. „przestrzeni szkodliwej”, wysokiego ładunku dyfuzora i łącznej wysokości „słupa krajanki”. Jednocześnie jednak dawna teoria nie brała pod uwagę bardzo ważnych czynników temperatury, czasu i jakości krajanki.

W nowej teorii określono wzajemne zależności sześciu głównych czynników: 1) strat cukru, 2) zawartości cukru w burakach, 3) odciągu soku, 4) czasu dyfundowania, 5) temperatury, 6) długości 100 g krajanki. Zależność tę ujęto wzorem logarytmicznym i bardzo prostym nomogramem [4]. We wzorze figuruje również współczynnik A , którego wartość zależy od współczynnika dyfuzji, od konstrukcji aparatu i od sposobu prowadzenia pracy. Współczynnik A oznacza się doświadczalnie na podstawie wyników pracy fabrycznego aparatu dyfuzyjnego.



Rys. 1. Nomogram pracy aparatów dyfuzyjnych

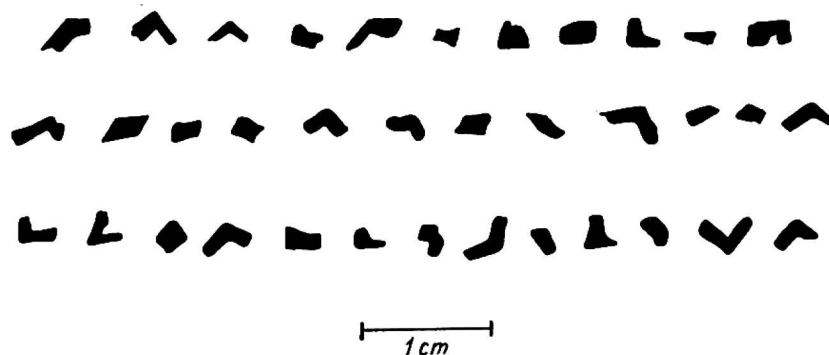
Nowa teoria nie jest ideałem, nie uwzględnia bowiem wielu czynników, między innymi następujących.

1. Termodyfuzja. Pełna analiza matematyczna wpływu termodyfuzji byłaby zbyt skomplikowana. W teorii wyłączono ze wzoru dyfuzor „czołowy” (pierwszy), ponieważ w dyfuzorze tym podczas szybkiego nagrzewania krajanki gorącym sokiem termodyfuzja paraliżuje normalną dyfuzję według prawa Ficka.

2. Wzajemne przyleganie kawałków krajanki zasłania część jej powierzchni i hamuje dyfuzję. Czynnik ten odgrywa największą rolę w baterii dyfuzyjnej, w której krajanka jest nieruchoma ($A = 5 \dots 6 \cdot 10^{-5}$); nie ma zaś prawie znaczenia w aparatach dyfuzji ciągłej (w nich $A = 10 \dots 12 \cdot 10^{-5}$, tj. dwa razy więcej).

3. Niejednorodność komórek krajanki: są wśród nich komórki przecięte, zmiażdżone i nie uszkodzone. Mają one różne współczynniki dyfuzji, czego nie możemy uwzględnić w obliczeniach.

4. Kształt przekroju krajanki. Kształty te bywają różne i niekiedy dziwaczne [7]. W celu scharakteryzowania jakości krajanki możemy jedynie zmierzyć długość 100 g krajanki [1]. Proponowano niekiedy pomiar grubości krajanki, jest to jednak sposób jeszcze trudniejszy i mniej dokładny. Dodać należy, że każdy kawałek krajanki ma w różnych miejscach różną grubość. Bardzo wątpliwy efekt daje też próba rachunkowego zastąpienia pasemek krajanki przez płytki o równoważnej grubości.



Rys. 2. Kształty przekroju krajanki buraczanej

Pomiar grubości jest bardzo prosty, gdy zamiast na krajankę buraki tnie się płaskimi nożami na talarki. Nadają się one dobrze do aparatów dyfuzji ciągłej. W tym przypadku należy tylko we wzorze dyfuzyjnym zastąpić l przez $1/d^2$, gdzie d jest to grubość płytek.

5. Rozkład stężeń cukru we wnętrzu krajanki przyjęto w teorii jako prostoliniowy, zamiast bardziej skomplikowanej funkcji krzywoliniowej. Z dokładnych jednak obliczeń Oplatki, który uwzględnił skomplikowany rozkład stężeń, otrzymuje się ostatecznie ten sam wzór, do którego doprowadziła teoria uproszczona.

6. Szybkość przepływu soku powinna oddziaływać na dyfuzję, czego nasza teoria nie uwzględnia. Op'atka stwierdził, że wpływ ten jest bardzo mały: inni badacze (Zagrodzki, Dronow) uważają, że szybkość ta wpływa w sposób bardziej istotny. Dotychczas jednak nie posiadamy wyników doświadczeń przeprowadzonych w warunkach odpowiadających procesowi fabrycznych aparatów dyfuzyjnych. Dopóki nie ma takich badań, dopóty nie możemy posługiwać się nowymi skomplikowanymi teoriami uwzględniającymi wpływ szybkości przepływu soku, chociaż próbowano opracować takie teorie: S. F. Dronow, W. M. Łysianski, a zwłaszcza H. Brüniche-Olsen, który ostatnio wiele nad tym pracował.

Jeżeli w doświadczeniach na skalę fabryczną wpływ szybkości przepływu soku okaże się nieznaczny, wtedy — być może — wystarczy wprowadzenie zwykłej poprawki do wzoru dyfuzyjnego, bez specjalnego komplikowania teorii.

Zastosowanie teorii

Jeżeli współczynnik A oznaczono doświadczalnie w warunkach fabrycznych, to posługując się nim i nomogramem dyfuzyjnym możemy łatwo obliczyć, jaki wpływ wywierają główne czynniki pracy określonego aparatu dyfuzyjnego. Fakt ten sprawdzono i potwierdzono w pracach szeregu badaczy w różnych krajach (np. R. Mc Donald w Anglii, O. Wiklund w Szwecji, G. Grimaud we Francji). Dlatego też uproszczona teoria pracy aparatów dyfuzyjnych znalazła się w podręcznikach cukrownictwa różnych krajów (ZSRR, USA — Mc Ginnis, NRF — F. Schneider, Węgry — K. i M. László, Francja — G. Grimaud, Czechosłowacja — K. Šandera, Polska — S. Nikiel, Chiny).

Obecnie zastosowano tę teorię jako podstawę automatyzacji aparatów dyfuzji ciągłej.

LITERATURA

1. P. M. Silin — Izwiestia Tomskowo Tiechnologiczeskowo Instituta, t. 43 (1923).
2. P. M. Silin — Chimia sacharnowo proizwodstwa, Moskwa 1923.
3. P. M. Silin — Congrès International Ind. Agric. t. 1, 534 (1937). Trudy Woroneżskowo Techn. Inst., t. 2 (1938).
4. P. M. Silin — Sach. Promyszl. 11, 7, (1956), Gazeta Cukrown. 59, 229, (1957).
5. P. M. Silin — Ind. Alim. et Agric. 265, (1957).
6. P. M. Silin — Sach. Promyszl. 6, 7, (1959).
7. P. M. Silin — Tiechnologia świekłosacharnowo i rafinadnowo proizwodstwa, Moskwa 1958.