

# Wagner, Janusz

---

## Z dziejów chłodnictwa

---

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 2/3, 553-576

---

1957

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



*Janusz Wagner*

## Z DZIEJÓW CHŁODNICTWA

Wydawać by się mogło, że tytuł niniejszej pracy wyraźnie określa jej zakres i kierunek. W rzeczywistości jednak pojęcie chłodnictwa jako odłamu wiedzy technicznej jest tak różnie definiowane, iż konieczne się wydaje wstępne wyjaśnienie, co rozumieć się będzie pod tą nazwą.

W chłodnictwie w najogólniejszym znaczeniu rozważa się przypadek wymiany ciepła między dwoma czynnikami z tym jednak, że obserwator poświęca uwagę czynnikowi, który ciepło oddaje, a więc tym samym się ochładza. Inny obserwator, znajdujący się po drugiej stronie idealnej przepony pomiędzy obu czynnikami i analizujący w tym samym czasie zmiany zachodzące w ośrodku pobierającym ciepło, mówić będzie o ogrzewaniu. O zaszeregowaniu zjawiska do tej czy innej dyscypliny naukowej decyduje więc, jak widać, indywidualne podejście obserwatora.

Można podkreślić, że chłodnictwo rozumiane jest jako wymiana ciepła zupełnie niezależnie od temperatury, przy której wymiana się odbywa. Tak więc przy obniżaniu temperatury np. ciekłego złota ( $1063^{\circ}\text{C}$ ) mówić się będzie również o chłodzeniu, analogicznie jak przy wywoływaniu wrzenia ciekłego tlenu ( $-182,97^{\circ}\text{C}$ ) będzie mieć miejsce ogrzewanie.

Aby jakieś ciało „A” ochłodzić, należy zgodnie z II zasadą termodynamiki wywołać wymianę ciepła pomiędzy nim a innym ciałem „B” o niższej temperaturze. Obniżenie temperatury tego ostatniego uzyskuje się na drodze sztucznie realizowanych procesów chemicznych lub fizycznych lub też przez wykorzystanie naturalnych źródeł niskich temperatur spotykanych w przyrodzie. Całość tak postawionego zagadnienia stanowi właśnie domenę chłodnictwa.

Rozpatrując chłodnictwo jako zagadnienie kompleksowe, można w nim wydzielić następujące grupy problemów:

- 1) teoretyczną umiejętność stwarzania warunków umożliwiających wymianę ciepła w wymaganym kierunku;
- 2) umiejętność technicznej realizacji założonych teoretycznie przemian;
- 3) umiejętność praktycznego gospodarowania osiągniętym efektem fizycznym (tak zwana „technologia chłodnicza“).

Analizując drogę, jaką przechodzi myśl ludzka przy powstawaniu wielkich odkryć naukowych lub wynalazków praktycznych, można zaobserwować pewną ogólną logiczną kolejność.

Punktem wyjścia są zjawiska zachodzące samorzutnie w otoczeniu człowieka oraz jego próby, nieraz naiwne, praktycznego wykorzystania tych zjawisk na podstawie dociekań empirycznych lub obserwacji.

Następnym etapem jest praca teoretyków, którzy starają się w zaobserwowanych i odtwarzanych zjawiskach znaleźć rządzące nimi prawa i wzajemną zależność współdziałających czynników; końcowym zaś ogniwem będzie mechanik-konstruktor. Ten ostatni nie może jednak wybiegać ponad możliwości swego czasu, gdyż konstrukcja wymaga nie tylko myśli, choćby najgenialniejszej, lecz i możliwości realizacyjnych. Tak więc budowa samolotu musiała od czasów Leonarda da Vinci czekać na rozwój silników spalinowych, turbiny od czasów Herona — na opanowanie wytrzymałości materiałów, a marzenia alchemików średniowiecza — na powstanie fizyki jądrowej.

## POCZĄTKI PRAKTYKI I TEORII CHŁODNICTWA

Droga, jaką przeszło w swym rozwoju chłodnictwo, odpowiada klasycznemu wzorowi.

Umiejętność korzystania z naturalnego rezerwatu chłodu, jakim był i jest lód, nie przedstawiała trudności na bardzo nawet wczesnym szczeblu rozwoju ludzkości, ale wytwarzanie tego lodu w gorącym klimacie wymagało już od naszych przaprzodków dużego zmysłu adaptacyjnego.

Na otwartych przestrzeniach Peru można zaobserwować w specjalnie przejrzyste noce powstawanie na roślinach zamarzniętych kropli rosy, noszących tam nazwę „relata“. Narody zamieszkujące okolice o analogicznych warunkach atmosferycznych umiały zja-

wisko to odtwarzać sztucznie. Szczepy indiańskie Ameryki Południowej, jak również mieszkańcy Bengalów wypełniają wodą w przejrzyste noce, płaskie (głębokości 2—3 cm), drewniane naczynia i umieszczają je w zagłębieniach gruntu wyłożonych słomą. Wskutek intensywnego promieniowania ciepła do przestrzeni kosmicznej następuje tak silne obniżenie temperatury wody, iż zamarza ona na przezroczysty lód.

Dopiero w XIX wieku prace Kirchoffa wyjaśnić mogły to zjawisko, mimo iż znane i wykorzystywane było ono od tysięcy lat.

Analogicznie przedstawia się sprawa ze znanymi w Egipcie butlami z porowatej gliny lub podobnie wykonanymi naczyniami, zwanymi „surai“, w Indiach. Woda, przesiąkając przez porowate ścianki naczynia, paruje na jego powierzchni, pobierając niezbędne do tego ciepło od otoczenia, a więc przede wszystkim od zawartej w naczyniu wody. O ile powietrze zewnętrzne wchłaniające parę wodną powstającą podczas powierzchniowego parowania będzie w ruchu, zjawisko to zostanie znacznie przyspieszone (rys. 1). Równoległe z szybszym parowaniem wzrasta wtedy pobór ciepła od chłodzonej wody zawartej w porowatym naczyniu, a za tym idzie jej intensywniejsze chłodzenie.

Zjawisko pobierania ciepła przy parowaniu cieczy zaskakiwało fizyków jeszcze w XVIII wieku. Tak np. Mairau, który zaobserwował w 1715 r., że termometr zroszony łatwo parującą cieczą wykazuje spadek temperatury, przyznawał się szczerze (2)<sup>1</sup>, że wyjaśnić tego nie umie. Dopiero W. Cullen w 1755 r. sformułował właściwą teorię parowania i związanych z nim objawów cieplnych. Początek teorii chłodnictwa wiąże się z rozwojem termodynamiki i sformułowanie w 1842 r. (2) przez Roberta Mayera oraz Joule'a zasady równoważności ciepła i pracy jest momentem historycznym również dla chłodników. Już w roku 1852 (4) (3) ukazuje się praca Kelvina o pompach cieplnych, które mogą być użyte do celów chłodniczych. Chłodnictwem, jako



Rys. 1. Malowidło staroegipskie — niewolnik wywołuje intensyfikację powierzchniowego parowania wody

<sup>1</sup> Cyfry w nawiasach odnoszą się do spisu literatury zamieszczonego na końcu artykułu.



nowym odłamem wiedzy, zainteresowali się jednak teoretycy właściwie z inicjatywy błędzących wówczas nieco po omacku praktyków życia technicznego.

Rozwój nowego kierunku wiedzy technicznej i budowa poprzednio nieznanymi maszyn i urządzeń nie może postępować świadomie naprzód bez równoczesnego opracowania metod badawczych. Musi też powstać „wspólny język“, którym porozumiewać się może konstruktor z użytkownikiem, rozporządzającym w XIX wieku z reguły małym tylko przygotowaniem technicznym. Wiadomo, jakie trudności mieli budowniczy pierwszych maszyn parowych przy ustalaniu ich mocy użytkowej i jak przypadkową drogą zrodziło się pojęcie i miara „konia mechanicznego“. Należy przypuszczać, że właśnie ta — dla ówczesnych techników niedawna — przeszłość skłoniła zarówno teoretyków, jak i praktyków do szybkiego ustalenia metody pomiarowej i warunków badania urządzeń chłodniczych.

Jest przytem faktem godnym podkreślenia, że już w 1887 r., a więc praktycznie w pierwszym dziesięcioleciu wejścia chłodziarek do przemysłu opracowane zostały metody ich badań.

Wyniki badawcze Sadi Carnota (1824—1830 r.) były już wówczas popularne i podstawę analizy pracy silników cieplnych stanowił porównawczy obieg, składający się z dwóch adiabat i dwóch izoterm, nazwany „obiegami Carnota“ przez jego wychowanków. Zaproponowany znacznie później (1875—1880) porównawczy obieg Lindego (nazywany niekiedy w USA (8) obiegami Rankina), a zastępujący adiabatyczne rozprężenie obiegu Carnota przemianą przy  $i = \text{const}$ , nie naruszył w niczym jego przodującej do dziś roli.

Jako porównawczy przyjęto więc obieg Carnota i współczynnik wydajności chłodniczej określano jako  $\varepsilon = Q_0 : AL$ , gdzie  $Q_0$  oznacza ilość ciepła odebraną przez chłodziarkę, a  $AL$  — ( $A$  — mechaniczny równoważnik ciepła) pracę włożoną dla osiągnięcia tego celu.

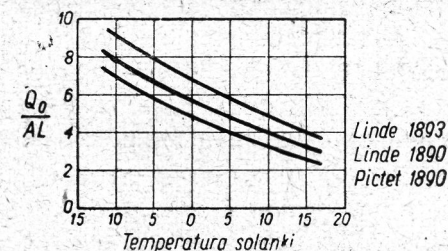
• Założenie to było uderzające w swej logice i prostocie, współczynnik wydajności chłodniczej charakteryzował nader dokładnie sprawność urządzenia. Charakteryzował ją na domiar w sposób w równej mierze zrozumiały zarówno dla użytkownika („co dostaje za wyłożone pieniądze“), jak i dla teoretyka („jak dalece doskonałym jest obieg“) i temu niewątpliwie należy przypisać fakt, że współczynnik ten przetrwał bez zmiany do dnia dzisiejszego.

Pierwsza komisja do badań chłodziarek wyłoniona została przez Politechnikę w Monachium pod kierownictwem prof. Schrötera (4).

Komisja ta ogłosiła 3 raporty ze swych prac w 1887, 1890 i 1893 r., z których niektóre wyniki ujmuje rys. 2.

Badania małej chłodziarki o silniku 1,5 KM było przeprowadzone około 1900 r. w laboratorium mechanicznym Cambridge przez prof. Ewinga, w sposób dość pomysłowy. Chłodziarka wyposażona była w lodownik, z którego podczas próby nie usunięto forem na lód, lecz opróżniono je z wody i wyposażono w specjalne wstawki z żarówkami elektrycznymi. Ilość i czas palenia żarówek był tak dobrany, aby mimo pracy chłodziarki temperatura solanki pozostała bez zmiany kosztem ciepła przez nie dostarczonego. Z ilości zużytego prądu świetlnego łatwo można było obliczyć dane do sporządzenia bilansu.

Jak cenny wkład wnieśli do budowy maszyn chłodniczych teoretycy, daje się łatwo stwierdzić, analizując powódź pomysłów konstrukcyjnych chłodziarek, jaka zalewała rynek maszynowy w okresie 1820—1880 r. Wszystkie one niemal, mimo nieraz bardzo dowcipnych rozwiązań, pozostały na etapie budowy prototypów, gdyż brak znajomości fizyki u większości konstruktorów uniemożliwiał im znalezienie właściwej drogi.



Rys. 2. Wyniki pomiarów z 1893 r. ilustrujące spadek wydajności chłodniczej przy obniżaniu temperatury parowania

Praktycznie na rynek maszynowy weszły w tym czasie, jako prekursorzy potężnego dziś przemysłu chłodniczego, trzy jedynie rozwiązania oparte na poważnej podstawie teoretycznej:

chłodziarki powietrzne budowane przez firmę Bell-Coleman w Anglii,

chłodziarki absorpcyjne budowane przez Ferdynanda Carré we Francji,

chłodziarki parowe budowane przez firmę C. Linde w Niemczech. Firmę Bell-Coleman otaczali opieką naukową fizycy tej miary, co Th. Kelvin, a częściowo i R. Clausius (6). Opracowali oni teorię chłodziarek powietrznych, która pozwoliła wspomnianej firmie na produkcję urządzeń o tak wysokim stopniu doskonałości, że niektóre z nich pracowały jeszcze do czasów drugiej wojny światowej.

Bracia Edmund, a szczególnie Ferdynand Carré byli wybitnymi fizykami (7) i koncepcja chłodziarek absorpcyjnych w układzie

woda-amoniak im zawdzięcza swe powstanie. Chłodziarki te stale podlegały (i podlegają nadal) poważnym udoskonaleniom, w których to pracach wyróżnili się (w latach 1867—1876) Reece, Stanley, Mort, Nicolle i Geppert, wprowadzając już w pierwszych rozwiązaniach wymienniki ciepła między bogatym a ubogim roztworem oraz rektyfikatory. W nowszych czasach (1922) Platen i Munters dali przemysłowi samoczynnie działającą chłodziarkę absorpcyjną z dodatkowym gazem obojętnym (7), a Niebergall oraz przede wszystkim Altenkirch poważnie pchnęli naprzód rozważania teoretyczne w tej dziedzinie.

C. Linde był inżynierem, którego zainteresowania chłodnictwem obudził konkurs ogłoszony w r. 1870 (6) na urządzenia do wykrystalizowywania parafiny. W swej pierwszej pracy „o pobieraniu ciepła w niskich temperaturach przy pomocy środków mechanicznych“ podał on kompletną teorię chłodziarek parowych, ustalił najkorzystniejsze warunki ich pracy oraz metody obliczania wydajności i sprawności. Oprócz dużej wiedzy teoretycznej posiadał Linde nieprzeciętne zdolności konstruktorskie, a że był też i dobrym organizatorem, pozwoliło mu to założyć i wspaniale rozwinąć własną fabrykę urządzeń chłodniczych już w 1874 r. Lindemu zawdzięcza przemysł chłodniczy praktyczną metodę skraplania powietrza, która opierała się na doświadczeniach i osiągnięciach Faradaya, Andrews, Picteta, Cailleteta, Dewara i Ramsaya, a przede wszystkim Olszewskiego i Wróblewskiego, którzy w r. 1883 pierwsi w świecie uzyskali ciekły tlen w laboratorium Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Przy wymienianiu grona przodowników nauki, których zainteresowania wymianą ciepła wzbogaciły świat w urządzenia chłodnicze, nie wolno pominąć prac prof. Molliera, z którym współpracował również fizyk Amagat. Tablice entropowe, zapoczątkowane przez niego już około 1890 r., w ogromnym stopniu ułatwiały i ułatwiają po dziś dzień codzienną pracę projektanta chłodniczego. Słowa uznania należą się też prof. Ramzinowi za wykres powietrza wilgotnego, opracowany niezależnie od Molliera, a wyprzedzający znacznie głosne w Stanach Zjednoczonych wykresy Carrier'a z 1912 r.

W nowszych czasach wobec przejmowania szeregu zagadnień teoretycznych przez specjalne instytuty, pracownie zakładów naukowych lub laboratoria fabryczne wielkich koncernów bezpośredni udział najzdolniejszych nawet badaczy ulega częściowemu ukryciu. W szczególności duże osiągnięcia amerykańskie uzyskiwane na terenie nader bogato i wszechstronnie wyposażonych laboratoriów przy-



fabrycznych pozostawiają niemal najzupełniej w cieniu twórców nowych myśli.

Ilość pracujących dziś nad zagadnieniami chłodniczymi jest bardzo duża, nie można jednak pominąć milczeniem niektórych nazwisk, jak prof. R. Planka, twórca i długoletniego kierownika Instytutu Chłodniczego w Karlsruhe, specjalisty o ustalonej sławie wszechświatowej i ogromnym dorobku naukowym, czy profesorów Martynowskiego, Kobulaszwili, Badyłkesa i Wajnberga z Instytutu Chłodniczego w Moskwie. Osobno trzeba wymienić prof. Bäckströma ze Sztokholmu, którego cechuje nieprzeciętna umiejętność łączenia teorii z praktyką i rzadko spotykana zdolność jasnego precyzowania myśli. Teoria jego opracowana w 1948 r. o analogii pomiędzy przepływem cieczy a wymianą ciepła wywołała duże zainteresowanie na ostatnim (1955 r.) Międzynarodowym Kongresie Chłodniczym w Paryżu, gdzie była referowana przez S. A. Andersa z Instytutu Chłodniczego w Kopenhadze.

Prace teoretyczne współczesnych badaczy w oparciu o możliwości stawiane do ich dyspozycji przez nowoczesną technikę mają przed sobą tak szerokie widnokręgi, że niewątpliwie rozpoczynają one nową i może w przyszłości jeszcze bogaciej niż dotychczas zapisaną kartę historii chłodnictwa.

Dając przegląd rozwiązań technicznych mających na celu obniżenie temperatury ośrodka, odbierającego ciepło od chłodzonego czynnika, ująć je można w pewne grupy w zależności od zjawisk chemicznych lub fizycznych, na których oparte jest ich działanie.

### MIESZANINY CHŁODZĄCE

Obniżanie temperatury jakiegos ośrodka na drodze stosowania mieszaniny chłodzącej wykorzystuje własność niektórych soli pobierania ciepła przy rozpuszczaniu. Reakcja endotermiczna przebiega przy tym tak gwałtownie, że doprowadzenie ciepła jedynie z zewnątrz nie jest możliwe i następuje jego pobór z rozpuszczalnika, co — rzecz prosta — obniża temperaturę tego ostatniego.

Mieszaniny chłodzące były już podobno znane Chińczykom (kwas azotowy + woda) od zamierzchłych czasów, o czym wspomina w opisach swych podróży Marco Polo (1290 r.) lub z nowszych podróżników — Reichshoffen (r. 1905). Na dworze Burbonów w XVII wieku przy pomocy mieszanin chłodzących przygotowywa-



no potrawy mrożone, a doświadczenia fizyków średniowiecza w zakresie temperatur poniżej  $0^{\circ}\text{C}$  też były na nich oparte.

W każdym razie w początkach XVIII wieku musiały być mieszaniny chłodzące powszechnie znane, jeżeli Fahrenheit, szklarz z Gdańska, a więc nie żaden fizyk, przy budowie swego termometru w 1714 r. oparł jeden z punktów stałych swojej skali o mieszaninę śniegu z sodą.

Stosowaniu mieszanin chłodzących na skalę przemysłową nie można było wróżyć powodzenia wobec dużych kosztów związanych z regeneracją soli lub jej utratą. Brak lodu w krajach zachodnioeuropejskich i trudności związane z jego importem z Norwegii, Szwajcarii lub Szwecji skłoniły jednak w Anglii kilku konstruktorów do podjęcia prób uzyskania tą drogą poszukiwanej maszyny chłodniczej.

W. Siemens opatentował w końcu XVIII w. (3) lodownik oparty o mieszaninę wody i chlorku wapnia, lecz urządzenie to po okresie próbnej pracy było zarzucone jako kosztowne i niepraktyczne. Tocchi zastosował w swoim rozwiązaniu wodę i azotan amonu, lecz również bez większego praktycznego rezultatu. Próby na skalę przemysłową zostały wkrótce zarzucone i metoda ta utrzymała się jedynie jako pomocnicza dla uzyskiwania niskich temperatur w pracach laboratoryjnych.

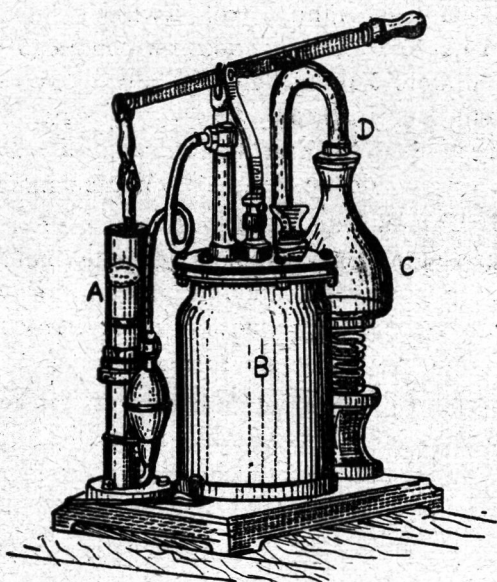
### CHŁODZIARKI PRÓŻNIOWE

Działanie chłodziarki próżniowej oparte jest na własności wody intensywnego parowania również przy niskich temperaturach, o ile ciśnienie nad jej powierzchnią zostanie obniżone. Ciepło parowania pobierane jest z masy wody, co powoduje spadek jej temperatury poniżej punktu zamarzania i zestalenia w postaci lodu. Ponieważ para wodna w tych warunkach posiada ciśnienie poniżej 4 mm Hg i objętość przeszło  $220 \text{ m}^3/\text{kg}$ , usunięcie jej z obiegu wymagałoby sprężarek o wymiarach przekraczających możliwości produkcyjne początku XIX wieku. Konstruktorzy szukać więc musieli innych dróg dających się praktycznie urzeczywistnić.

Pierwsze urządzenie oparte na parowaniu wody pod próżnią skonstruował Cullen w 1755 r. oraz po nim Wollaston w 1800 r. Aparat laboratoryjny Wollastona nazwany przez niego „kryophorus“ składał się z dwóch kulistych naczyń szklanych połączonych z pompą próżniową. Jedna z kul wypełniona była wodą, druga zaś

pusta, zanurzona została w kąpeli chłodzącej śniegu z solą. W miarę spadku ciśnienia woda zaczynała parować, obniżając swą temperaturę poniżej 0°C, a tworząca się para skraplała się w naczyniu zanurzonym w kąpeli chłodzącej.

Dalsi konstruktorzy tych chłodziarek Leslie (1810 r.), Wallance (1824), E. Carré (1850) i J. Hopkins (1882) stosowali jako pochłaniacz pary wodnej stężony kwas siarkowy ( $H_2SO_4$ ). Rysunek 3 podaje lodziarkę tego typu (2) z końca XIX wieku budowaną seryjnie przez Pulsometer Company przeważnie na użytek domowy. Urządzenia te, stanowiące sensację wystawy paryskiej 1862 r., spotkać można jeszcze dzisiaj tu i ówdzie w starych kawiarenkach Paryża. Na całość składała się pompa próżniowa



Rys. 3. Lodziarka próżniowa

niowa (A) połączona za pośrednictwem zbiornika (B), wypełnionego kwasem siarkowym z butlą (C) dociskaną sprężyną do króćca rury (D). Butla ta wypełniana była wodą, która po uruchomieniu pompy próżniowej parowała, obniżając swą temperaturę aż do zamrożenia. Wytwarzana para była absorbowana w zbiorniku (B) przez kwas siarkowy. Ten ostatni musiał co pewien czas ulegać wymianie z chwilą nasycenia wodą.

Chłodziarkę o pracy ciągłej, opartą na identycznej zasadzie, o wydajności 12 ton lodu na dobę, zbudował w r. 1878—1881 Windhausen. Zainstalowana ona była w mleczarni Aylesbury Dairy Company do produkcji lodu, lecz po krótkim okresie pracy została zarzucona jako mało wydajna. Kwas siarkowy był w niej regenerowany przez podgrzewanie w obiegu zamkniętym, przy czym z uznaniem należy podkreślić, że już wówczas konstruktor zastosował wymianę ciepła pomiędzy zimnym kwasem siarkowym opuszczającym

zbiornik pochłaniacza a gorącym z regeneratora. Woda zamrażana była w hermetycznych zbiornikach, do których wtryskiwano ją przez specjalne dysze. Wydajność pompy była tak duża (otrzymywano ciśnienie do 1—2 mm Hg), że przy próbie, opisanej przez dr J. Hopkinsa w 1882 r., osiągnięto zamrożenie 6 bloków lodu w ciągu 60 minut. Prof. Ewing (2) ustalał sprawność tych urządzeń na około 15%, wychodząc z podanego przez Hopkinsa rozchodu węgla około 0,10 kg na 1 kg lodu i przyjmując stratę ciepła 100 kcal/kg lodu oraz użytkową wartość opałową węgla 7 200 kcal/kg. Oczywiście w tym niskim współczynniku sprawności kryły się też straty kotła i mało doskonałej wówczas maszyny parowej.

Chłodziarki Windhausena nie znalazły rozpowszechnienia, gdyż rozwijające się równolegle inne metody produkcji lodu przewyższały je znacznie pod względem sprawności i łatwości obsługi, nie mówiąc już o tym, że lód uzyskiwany tą drogą był porowaty i łatwo topniał po wyjęciu z form.

Mniej więcej w tym samym czasie (1878 r.) próbował Harrison w Stanach Zjednoczonych produkować podobne urządzenia, lecz również bez większych praktycznych rezultatów.

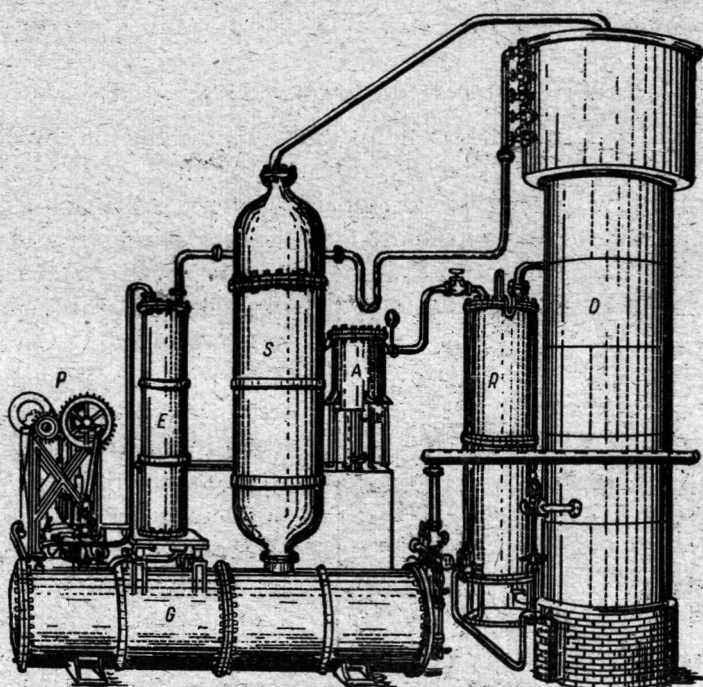
### CHŁODZIARKI ABSORPCYJNE

Chłodziarki absorpcyjne oparte są na właściwości wody absorbowania znacznych ilości par amoniaku w niskiej temperaturze i wydzielania ich przy podgrzewaniu. Pierwsze urządzenie o pracy okresowej opracował F. Carré około 1860 r. W rozwiązaniu tym, składającym się załedwie z dwóch naczyń, warnik spełniał równocześnie rolę absorbera, a skraplacz — parownika.

Dalsze prace wynalazcy oraz wysiłki Reece'a i Stanleya w Anglii oraz Morta, Morrisa i Nicolle'a w Australii doprowadziły wkrótce, bo już w r. 1867, do chłodziarki o pracy ciągłej. Budowy chłodziarek absorpcyjnych podjęła się, jako pierwsza, firma Pontifex & Wood w Anglii (przejęta później przez firmę Haslam), instalując w 1876 r. kompletne urządzenie w browarze w Meux, które było czynne bez przerwy do 1908 r. Wydajność urządzenia wynosiła około 120 000 kcal/dobę. Ogólne pojęcie o jego budowie daje rys. 4, w którym oznaczają: *G* — desorber (warnik), *S* — rektyfikator, *D* — skraplacz, *R* — chłodnice, *A* — absorber, *E* — wymiennik ciepła i *P* — pompę do mieszanki woda-amoniak.



Zastanawiające jest, że już w tych wczesnych rozwiązaniach znaleźć można niemal wszystkie elementy, składające się na nowoczesną chłodziarkę absorpcyjną.



Rys. 4. Chłodziarka absorpcyjna

Chłodziarki te spotkały się z dużym uznaniem w Stanach Zjednoczonych, gdzie budowę ich zapoczątkowała firma Sulzer-Vogt, wprowadzając szereg ulepszeń technicznych do rektyfikatora, wymiennika ciepła i warnika. Ciekawe zastosowanie znalazła jedna z pierwszych takich chłodziarek zainstalowana w Louisville (USA). Służyła ona do zaopatrzenia w chłód indywidualnych mieszkań prywatnych na wzór urządzeń wodociągowych lub kanalizacyjnych. W miejskiej sieci chłodniczej obiegał amoniak — ciekły w przewodzie tłocznym, a gazowy w ssawnym. Do przewodów tych dołączane były chłodnie domowe.

Chłodziarki absorpcyjne cieszą się wciąż rosnącym powodzeniem zarówno w zastosowaniu do małych chłodni szafkowych, jak i do największych urządzeń o skutku chłodniczym kilku milionów kcal/h. Wysiłki konstruktorów idą w kierunku osiągnięcia najwyż-



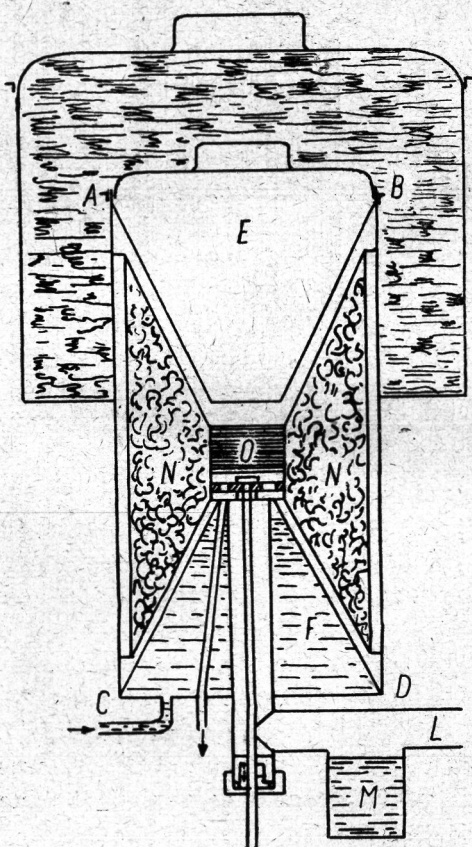
szej sprawności celem zmniejszenia dość znacznego poboru ciepła przez warnik i zużycia wody przez skraplacz i absorber. Przewodzącą rolę w tej dziedzinie gra firma Worthington Pump and Machinery Co (11), której tradycje konstrukcyjne na odcinku chłodziarek absorpcyjnych sięgają 1885 r.

### CHŁODZIARKI POWIETRZNE

Już w 1828 r. pisał (13) znany konstruktor lokomotyw Ryszard Trevithick do swego przyjaciela prof. Giddy, że: „...gdy byłem przed kilku dniami w towarzystwie, gdzie mówiono, iż płaci się około 100 000 funtów rocznie za import lodu, uderzyła mnie myśl, czy nie

byłoby możliwe uzyskiwanie niskich temperatur przy pomocy maszyny parowej i sprężarki. Sprężając powietrze w cylindrze otoczonym wodą i umożliwiając jego następne rozprężenie w zetknięciu z wodą można by osiągnąć dowolne obniżenie jej temperatury...”. Niski stan techniki nie pozwolił jeszcze Trevithickowi na realizację tych idei i dopiero lekarzowi Gorri na Florydzie udało się w 1845 r. uruchomić pierwszą chłodziarkę powietrzną do produkcji lodu. Na uwagę zasługuje fakt, że dr Gorri, nie będąc technikiem, szukał jedynie możliwości sztucznej produkcji lodu, którego potrzebował w znacznej ilości dla ordynowanego przez siebie szpitala.

Chłodziarka Gorri pracowała w obiegu zamkniętym powietrza w sposób następujący: powietrze sprężane było w cylindrze o średnicy około 160 mm, do którego wtryskiwano wodę chłodzącą celem obni-



Rys. 5. Chłodziarka powietrzna Kirka

pujący: powietrze sprężane było w cylindrze o średnicy około 160 mm, do którego wtryskiwano wodę chłodzącą celem obni-

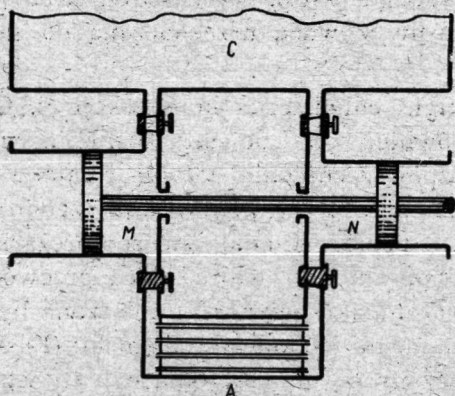
żenia jego temperatury. Sprężone powietrze przechodziło dalej przez chłodnicę do cylindra o średnicy około 100 mm, gdzie następowało jego rozprężenie związane ze spadkiem temperatury. Do cylindra tego wtryskiwana była solanka, która po ochłodzeniu omywała w specjalnym zbiorniku formy z wodą przeznaczoną do zamrożenia.

W r. 1861 pojawiła się w Anglii chłodziarka konstrukcji A. C. Kirka (rys. 5) pracująca również w obiegu zamkniętym. Znalazła ona dość szerokie rozpowszechnienie i wyróżniała się wysokim współczynnikiem sprawności, co podkreślają zgodnie wszyscy współcześni autorzy. Chłodziarka składała się ze sprężarki powietrznej (na rysunku nie uwidocznionej), która przez przewód (*L*) wyposażony w osuszacz z kwasem siarkowym (*M*) połączona była ze zbiornikiem (*ABCD*), posiadającym wbudowane 2 stożki: (*F*) — chłodzony wodą i (*E*) — przeznaczony do umieszczenia chłodzonego produktu. Wewnątrz cylindra (*ABCD*) przesuwiał się tłok o skoku około 30 mm, napędzany mimośrodowo od wału sprężarki, a składający się z dwóch stożków (*NN*) wypełnionych trocinami i uszczelnionych w cylindrze naolejonym filcem. Warstwa siatek (*O*) spełniała w pewnym stopniu rolę wymiennika ciepła. Działanie urządzenia było następujące: sprężarka wtłaczała powietrze do zbiornika (*ABCD*) w chwili, gdy tłok (*NN*) zajmował górne martwe położenie. Powietrze chłodzone było dzięki przepływowi wody przez stożek (*F*). Gdy tłok w cylindrze sprężarki zbliżał się do punktu zwrotnego, tłok (*NN*) opuszczał się na dół i ochłodzone powietrze przechodziło przez siatkę (*O*) do górnej części zbiornika. Przy powrotnym ruchu tłoka sprężarki powietrze znajdujące się w górnej części zbiornika rozprężało się, przy czym temperatura jego spadała, co powodowało ochłodzenie stożka (*E*), a więc i zawartych w nim produktów. W chłodziarkach Kirka osiągnano normalnie temperaturę rzędu  $-13^{\circ}\text{C}$ , aczkolwiek notowane były też temperatury niższe, dochodzące nawet do  $-40^{\circ}\text{C}$ .

Chłodziarki powietrzne jako pierwsze urządzenia o charakterze przemysłowym do uzyskiwania temperatur poniżej  $0^{\circ}\text{C}$  wzbudziły wielkie zainteresowanie w świecie technicznym XIX wieku. Budowali je w Anglii Pestle (1868 r.) oraz Coleman (1877 r.), we Francji — Giffard (1873), a w Niemczech (1869) — Windhausen i Nehrlick.

Chłodziarka Giffarda zasługuje na podkreślenie, gdyż wprowadził on po raz pierwszy otwarty obieg powietrza. Na rys. 6 wyobra-

zającym zrealizowane przez niego urządzenie oznaczają: *C* — chłodzone pomieszczenie, *M* — cylinder sprężarki, *N* — cylinder rozprężarki i *A* — chłodnicę powietrza.



Rys. 6. Chłodziarka powietrzna Giffarda

Prawdziwy rozwój chłodziarek powietrznych datuje się od r. 1877, gdy właściciele dużej rzeźni bracia J. i B. Bell zawiązali w Glasgow spółkę z inż. J. Colemanem pod firmą Bell-Coleman i zaczęli seryjnie te urządzenia wytwarzać.

Chłodziarki powietrzne zostały częściowo zarzucone w pierwszej połowie XX wieku jako mniej sprawne od parowych, choć do niedawna jeszcze w chłodni Victoria

Docks czynne były 3 chłodziarki powietrzne napędzane maszynami parowymi o mocy 300 KM każda i ochładzające przy przepływie około 6000 m<sup>3</sup> powietrza na godzinę około 10 000 m<sup>3</sup> pomieszczeń składowych. Temperatura powietrza wynosiła około -40°C, temperatura pomieszczeń -10°C. W czasie rozkwitu chłodziarek powietrznych były one budowane o wydajności od 100 do 8000 m<sup>3</sup> na godzinę (4) w jednostce.

W dobie obecnej, gdy przemysł interesuje się coraz bardziej niskimi temperaturami związanymi przede wszystkim z lotami stratosferycznymi, chłodziarki powietrzne przeżywają swój renesans. Dowodem może być zbudowanie w Niemczech w 1943 r. (12) komory badawczej z chłodziarką powietrzną dla temperatur rzędu -100°C, która sprawnością swą przewyższała klasyczną chłodziarkę parową.

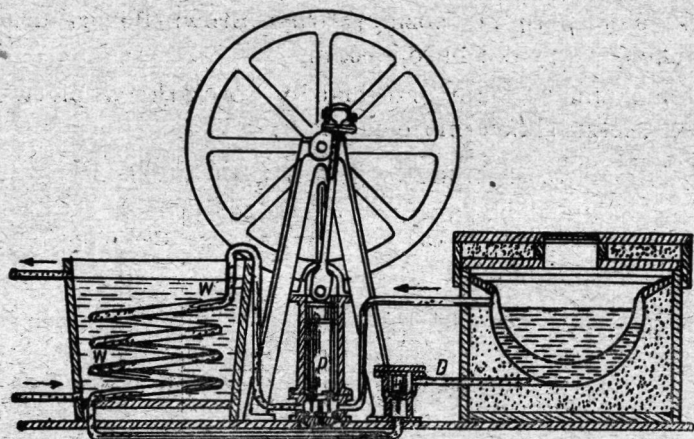
### CHŁODZIARKI PAROWE

W chłodziarkach tego typu realizowany jest obieg zamknięty, przy czym łatwo skraplający się gaz ulega kolejno sprężaniu, skraplaniu, rozprężaniu w zaworze regulacyjnym do ciśnienia parowania i ponownemu zasysaniu przez sprężarkę. Ciepło parowania jest pobierane w parowniku z ośrodka, który ma być ochłodzony.



Pierwsze urządzenie oparte o parę eteru zbudował do celów laboratoryjnych w Neapolu fizyk Cavallo w r. 1749, w skali jednak przemysłowej pierwszeństwo przyznawane jest powszechnie J. Perkinsowi, który w r. 1834 opatentował swoją chłodzarkę na eter (rys. 7).

Jak wynika z rysunku, na którym oznaczają: *P* — sprężarkę, *W* — skraplacz, *D* — zawór regulacyjny i *A* — parownik, w chłodziarce Perkinsa



Rys. 7. Chłodzarka na eter Perkinsa

dziarce Perkinsa występują już wszystkie zasadnicze części składowe klasycznej chłodzarki parowej.

Eter nie nadawał się do celów przemysłowych wobec swojej wybuchowości i już w 1878 r. proponował Vincent jego zastąpienie chlorkiem metylu, a w 1875 r. Pictet — dwutlenkiem siarki. Sam Perkins próbował również zastąpić eter bliżej nieznanym produktem destylacji kauczuku, „couschoucine“, lecz bez powodzenia.

Rok 1876 stanowi punkt zwrotny w budowie chłodzarek parowych, gdyż w roku tym Linde opatentował swe chłodzarki amoniakalne. Chłodzarki te zdobyły całkowicie rynek maszynowy i jedynym konkurentem ich były urządzenia na dwutlenek węgla, zapoczątkowane w 1886 r. przez Windhausena.

Równocześnie z Lindem budowę chłodzarek parowych amoniakalnych rozpoczął również i Boyle w Chicago.

Ciekawe udoskonalenie wprowadził w 1890 r. dō sprężarek amoniakalnych de la Vergne. Do cylindra wstrzykiwany był olej wypełniający przestrzeń szkodliwą, który usuwany był dalej z obiegu w szeregu odolejaczy.



Po pierwszej wojnie światowej amerykańskie firmy przystąpiły do produkcji sprężarek stojących przelotowych, a za ich przykładem poszły również i firmy europejskie. W sprężarkach takich uzyskiwano bez porównania większą szczelność niż w leżących, co rozszerzyło znacznie ich zakres stosowania i spowodowało zmierzch chłodziarek na dwutlenek węgla.

W r. 1922 rozpoczęto w Stanach Zjednoczonych budowę turbosprężarek, a w parę lat później firma Brown-Boveri uruchomiła ich produkcję na rynku europejskim.

Ilustracją zmian, jakie przechodziły sprężarki w pierwszej połowie XX wieku, służyć może tabela 1.

Tabela 1. Rozwój sprężarek 300 Mcal/h

Rok budowy	Obr/min	Wysokość m.	Ciężar ton
1910	70	5	46
1920	156	4	23
1930	257	2,7	10
1940	400	2	7,3
1950	1750	1,05	1,58

Najpoważniejszym osiągnięciem lat ostatnich było wynalezienie w 1930 r. tzw. freonów<sup>2</sup> przez Midgleya i A. Henne z laboratorium firmy Frigidaire w Dayton. Freony wypierają coraz bardziej wszystkie inne czynniki z chłodziarek parowych i to tak dalece, że ustawodawstwo niektórych krajów wyraźnie nakazuje stosowanie freonów do szeregu specjalnych celów (1).

Spotykane dziś w świecie maszynowym niezliczone odmiany chłodziarek parowych różnią się od siebie szczegółami konstrukcyjnymi lub jakością materiału, lecz w zasadzie nie odbiegają od ram, które wytyczyły pierwowzory Perkinsa i Lindego.

#### ZASTOSOWANIE CHŁODNICTWA

Rozwój chłodnictwa dla celów użytkowych przypada właściwie na okres 1877—1893 r. Ogromna ilość pomysłów, prototypów i rozwiązań praktycznych, jaka ukazała się na rynku maszynowym, zbiega się w tym czasie i wyraźnie świadczy zarówno o potrzebach ówczesnego życia gospodarczego, jak i o osiągnięciu przez przemysł ma-

<sup>2</sup> Freony — nazwa handlowa związków metanu z chlorem i fluorem.

szynowy stopnia rozwoju, umożliwiającego produkcję wymaganych urządzeń.

O tym, jak przemysł odczuwał powszechnie brak urządzeń chłodniczych, świadczy dobitnie pierwsza statystyka ogłoszona w 1895 r. przez firmę Linde. Na 2600 chłodziarek kompletnych, które zostały przez nią dostarczone, odbiorcami były:

browary	1406	chłodziarek
składy śródlądowe	403	„
„ portowe i statki	204	„
fabryki lodu	220	„
mleczarnie	73	„
przemysł chemiczny	64	„
rafinerie cukru	17	„
wytwórnie świec	15	„
różne	198	„

W tej ostatniej pozycji znaleźć można wśród odbiorców fabryki czekolady, gumy, materiałów wybuchowych, płyt fotograficznych oraz sztuczne lodowiska i urządzenia do zamrażania gruntów.

Jak widać, początkowo dominującym odbiorcą był przemysł artykułów spożywczych, czego należało się zresztą spodziewać wobec powstawania równoległe z rozwojem dużych fabryk licznie zamieszkałych skupisk ludzkich.

Warunki transportu do Europy bogactw kolonialnych szczególnie trapiły w tym czasie czynniki zainteresowane w imporcie produktów spożywczych zza oceanu. Pierwsza próba Harrisona wysłania w 1860 r. partii mięsa w lodzie z Australii do Anglii skończyła się kompletnym niepowodzeniem, gdyż mięso po stopieniu się lodu trzeba było wyrzucić do morza.

Pierwszy chłodzony transport morski miał miejsce w roku 1868, kiedy Tellier na statku *Le Frigorifique* przewiózł transport mięsa z Marsylii do Argentyny. W r. 1877 dokonał tego samego Carré, a w latach 1879—1881 rozpoczęto z inicjatywy T. Brydona stały transport mięsa z Nowej Zelandii do Anglii.

Transport chłodniczy doby dzisiejszej obejmuje już nie tylko szlaki wodne, lecz pokrywa swą siecią całą kulę ziemską.

Słynny jest 15-wagonowy pociąg chłodniczy radziecki o ogólnej ładowności 6000 ton z własną chłodziarką o skutku chłodniczym 900 Mcal/h, przeznaczony do dalekobieżnych transportów produktów mrożonych.

Transport lotniczy szuka również pomocy w chłodnictwie, stosując bądź chłodziarki mechaniczne, bądź suchy lód, bądź też urządzenia oparte o tzw. zjawisko Ranque'a.

Przemysł spożywczy jest nie do pomyślenia bez urządzeń chłodniczych, które wypełniają coraz bardziej ogniwa łańcucha chłodniczego łączącego producenta surowców spożywczych z wielkomięskim konsumentem. Dzięki chłodnictwu uległ uproszczeniu szereg procesów technologicznych, a składowanie gotowych wyrobów umożliwiające jest na czas niemal że nieograniczony. Ostatnim osiągnięciem na odcinku przemysłu spożywczego jest coraz bardziej rozpowszechniająca się w świecie produkcja mrożonych dań porcjowych dla potrzeb nie tylko zakładów żywienia zbiorowego, lecz i gospodarstw indywidualnych.

Przemysł chemiczny interesował się chłodnictwem od pierwszej chwili jego powstania, czego dowodem może być wspomniany wyżej konkurs z 1870 r. lub zastosowanie jednej z pierwszych chłodziarek Kirka w rafinerii parafiny z Bathgate (1862 r.). Na chłodnictwie opiera się ciągle produkcja tlenu z powietrza według urządzeń zaprojektowanych przez Lindego w 1895 r. W chwili obecnej największym konsumentem chłodu jest właśnie przemysł chemiczny i np. zakłady sody w Merkers (NRD) ze swoją maszynownią o mocy chłodniczej około 30 milionów kcal/h zajmują pierwsze miejsce w Europie. Chłodziarki absorpcyjne znajdują chętnych nabywców przede wszystkim w przemyśle chemicznym, który dysponuje przeważnie dużymi ilościami ciepła odpadowego i tanim źródłem wody.

Sztuczne lodowiska sięgają swym początkiem roku 1891, kiedy firma Linde uruchomiła pierwsze z nich we Frankfurcie nad Menem, z zastosowaniem rur solankowych w zbliżonym do dzisiejszego rozwiązaniu.

Przemysł budowlany nie pozostał w tyle za innymi w wykorzystaniu zdobyczy chłodnictwa. Znane są duże urządzenia do chłodzenia betonu przy budowie wielkich tam, dzięki czemu uzyskuje się ich szybsze i lepsze wykonanie. Zamrażanie gruntu przy przechodzeniu warstw wodonośnych było zrealizowane po raz pierwszy przez kpt. Lindmarka w 1885 r. podczas wiercenia tunelu w Sztokholmie i znalazło oraz znajduje nadal liczne zastosowania.

Przemysł metalurgiczny zwrócił się o pomoc do chłodnictwa już w 1908 r., gdy Carnegie Steel Corp. w Pittsburgu zastosowała do suszenia powietrza doprowadzonego do wielkich pieców wymrażanie wody na dużych wężownicach, przez które przepompowywana była



silnie ochłodzona solanka. Rozwój lotnictwa stratosferycznego, jak również przygotowania do lotów międzyplanetarnych wymagają doświadczeń przeprowadzanych nad metalami w niskich temperaturach, które tylko chłódnictwo jest w stanie zapewnić. Szeroko stosowane połączenia skurczowe z chłodzeniem części włączanej opierają się również o zdobyte chłódnictwa.

Obok chłódnictwa o mechanicznych chłodziarkach rozwinęła się na ogromną skalę zakrojona, specjalnie w Zw. Radzieckim i Kanadzie, racjonalna gospodarka lodem naturalnym. Z radzieckich konstruktorów wyróżnia się inż. Klejmenow swą chłodziarką na lód naturalny, której praca przewyższa znacznie w działaniu klasyczną poniekąd amerykańską chłodziarkę Coopera.

Jedną z ostatnich dziedzin, do których wkracza chłódnictwo, jest medycyna i dalekosiężne zamierzenia specjalistów utworzenia tak zwanych banków krwi, kości lub przeszczepów.

Jest rzeczą niemożliwą omówienie w ramach niniejszej publikacji wszystkich zastosowań chłódnictwa i należy raczej przytoczyć słowa lorda Gordona na otwarciu Międzynarodowego Kongresu Chłódniczego w Rzymie w 1922 r.: „...łatwiej mi mówić o tym, gdzie chłódnictwo nie znajduje zastosowania niż na odwrót...“.

#### WKŁAD POLSKI

W rozwoju techniki chłódniczej udział Polski nie był duży, gdyż okres rozbudowy wszechświatowego przemysłu przypadł na czasy, gdy warunki historycznie nie sprzyjały swobodnemu polotowi technicznej myśli polskiej.

Prace Olszewskiego i Wróblewskiego (14) z dziedziny skraplania gazów należą właściwie do dziedziny\* fizyki i choć w literaturze chłódniczej całego świata nazwiska te są cytowane, — chłódnicy nie mogą przepisać tych osiągnięć na swoje konto<sup>3</sup>.

Z polskich naukowców wymienić można dalej Pawlewskiego (5) i jego prace nad temperaturą krytyczną gazów stosowanych jako czynniki chłódnicze oraz Rogowskiego, który prowadził w latach 1901—1910 badania nad zamrażaniem produktów spożywczych.

<sup>3</sup> Ze zdziwieniem należy jednak podkreślić, iż prof. Plank (2) w jednej ze swych publikacji na temat historii chłódnictwa skwitował pracę Olszewskiego i Wróblewskiego lapidarnym określeniem „zabawnych i sensacyjnych prób laboratoryjnych“ (...amüsante und sensationelle Laboratoriumversuche...)



Do końca I wojny światowej nieliczne zresztą inwestycje chłodnicze w kilku browarach i zakładach mleczarskich (10) wiązały się raczej z poczynaniami gospodarczymi krajów zaborczych, a nie Polski. W Drohobyczu zyskał jednak w tym czasie lokalną sławę inż. Szymański swymi chłodniami szafkowymi, do których wykorzystywał miejscowy gaz ziemny.

W okresie międzywojennym uruchomiono w Polsce 3 fabryki produkujące maszyny chłodnicze, a mianowicie: S. A. Zieleniewski w Krakowie, Huta Zgoda w Siemianowicach i S. A. Cegielski w Poznaniu. Produkcja Huty Zgoda stała na bardzo wysokim poziomie i wytrzymywała już w latach 1935—1939 konkurencję z najstarszymi firmami zachodnimi.

Brak fachowców polskich utrudniał rozwój rodzimego chłodnictwa. Dopiero inicjatywie prof. B. Stefanowskiego należy zawdzięczać pierwsze wykłady z chłodnictwa na Wydziale Mechanicznym Politechniki Warszawskiej i pierwszą pracę w polskim języku *Chłodnictwo* w 1925 r.

Prof. Stefanowski jeszcze jako asystent prof. Fiedlera na Politechnice Lwowskiej pierwszy zainteresował się powstającą wówczas dziedziną nowego przemysłu, przewidując słusznie poważną rolę, jaką odegra on w rozwoju naszego życia gospodarczego. Ogromny odsetek specjalistów chłodniczych, pracujących dziś w Polsce, to ludzie, którzy jemu zawdzięczają swe fachowe przygotowanie.

Istniejący w latach międzywojennych przy Ministerstwie Spraw Wewnętrznych Komitet Chłodniczy, mimo dużej wiedzy i energii przewodniczącego dr Tilgnera, nie zaznaczył się specjalnie wyczuwalną aktywnością.

Z największych inwestycji tego okresu należy wymienić pierwszą chłodnię składową wybudowaną w Gdyni w 1930 r. według projektu inż. St. Rostkowskiego. Chłodnia ta w chwili uruchomienia stanowiła jedno z lepszych osiągnięć w tej dziedzinie w skali światowej i do czasu wybudowania w 1950 r. chłodni w Bremie była największą chłodnią portową na wybrzeżu północnym Europy. Dalsze budowy chłodni w Łodzi i w Wilnie zapoczątkowały poważnie zakrojony plan, którego realizację przerwała druga wojna światowa.

Po odzyskaniu niepodległości zrealizowano w Polsce Ludowej duży program budowy chłodni składowych, wyposażając w nie właściwe centra gospodarcze. Fabryka maszyn chłodniczych w Krakowie została poważnie rozbudowana, a jej Biuro Konstrukcyjne skoncentrowało najwybitniejszych fachowców krajowych.

Powołana do życia Komisja Chłodnicza przy P. K. P. G. w ciągu 2-letniego okresu działalności zapoczątkowała racjonalną typizację maszyn chłodniczych, uporządkowała zagadnienie transportu chłodniczego, zorganizowała specjalne Biuro Projektów i Przedsiębiorstwo Montażowe chłodnicze oraz zainicjowała fabrykację chłodni szafkowych, jak również piśmiennictwo chłodnicze i szkolnictwo specjalne.

W chwili obecnej na Politechnikach w Warszawie, Gliwicach, Gdańsku i Łodzi kształcą się nowe rzesze specjalistów chłodniczych, na których czeka życie gospodarcze naszego kraju i nie zapisane jeszcze strony historii chłodnictwa.

#### LITERATURA

1. H. Brehm, *Kältetechnik*, Zürich 1947.
2. R. Plank, „Z. f. d. g. Kälte-Industrie“, 1943/I.
3. H. Williams, *Mechanical Refrigeration*, London 1944.
4. J. A. Ewing, *The mechanical production of cold*, Cambridge 1923.
5. A. Monvoision, *La conservation par le froid*, Paris 1946.
6. W. Diemair, *Die Haltbarmachung v. Lebensmitteln*, Stuttgart 1941.
7. M. Bäckström, *Kältetechnik*, Karlsruhe 1953.
8. P. Spor, *Heat pump*, New York 1947.
9. T. Estreicher, *O skrapianiu gazów*, Czytelnik 1950.
10. B. Stefanowski, *Chłodnictwo*, Czytelnik 1949.
11. R. Plank, *3 Bericht*, Karlsruhe 1950.
12. Glaser, „Z. f. d. g. Kälte-Industrie“, 1943/V.
13. „Modern Refrigeration“, 1955/VI.

#### К ИСТОРИИ ХОЛОДИЛЬНОГО ДЕЛА

В начале своей работы „История холодильного дела” автор приводит точное определение этого понятия как практической науки, связанной с понижением температуры какого-либо тела.

Анализируя историю создания и развития холодильного дела, он выделяет следующие три основные группы вопросов: теоретическая разработка обратных циклов, их практическое осуществление и т.наз. холодильная технология.

Теоретические работы в этой области связаны с исследованиями Куллена (1755), Мейера (1842), Кельвина (1852) и Фердинанда и Эдмунда Карре (1850).

Практическое применение первых холодильных устройств относится к 1845 г., в котором врач Горри построил на Флориде первую в мире воздушную холодильную машину, предназначенную для производства льда на потребности его больницы.

Первые паровые холодильные машины, занимающие в настоящее время главное место в холодильной технике, были созданы Линде в Германии и одновременно Бойле в США (1876).

Турбокомпрессоры, получившие широкое распространение в современных крупных холодильных устройствах, были созданы впервые в мире в США в 1922 году, в Европе их начала выпускать несколько позже фирма Браун-Бовери.

Разработка первых абсорбционных холодильных машин принадлежит Фердинанду и Эдмунду Карре (1850—1880) во Франции, однако выпуск этих машин был освоен английской фирмой Понтифекс энд Ууд.

Важное экономическое значение имело применение холодильных устройств при морской перевозке мяса из Австралии и Южной Америки в Европу, что стало возможным благодаря работам Телье (1868) и Карре (1877).

В химической промышленности, являющейся в настоящее время самым крупным потребителем „холода“, холодильная машина была впервые применена в 1862 году в Басгейт для рафинирования парафина.

Холодильная промышленность с самого начала XX столетия нашла широкое практическое применение во всех областях производства и быта, в настоящее время она получает все большее распространение в медицине и новой отрасли хирургии, занимающейся пересадкой внутренних органов, кости и т.п.

В Польше научные исследования в области теории холодильного дела связаны с именами ученых мировой известности Врублевского и Ольшевского. Большой вклад в развитие холодильного производства внесли: инженер Шиманский, сконструировавший холодильный шкаф, инженер Ростовский — строительство складовых холодильных устройств и профессор Стефановский, который положил начало обучению специалистов в области холодильного дела.

## HISTORY OF REFRIGERATION

At the beginning of his work "History of refrigeration" the author gives a strict definition of the term "refrigeration" as a branch of practical science concerned with the reduction of temperature of a given body.



Discussing the history of refrigeration the author divides it into three principal groups: the theoretical preparation of reverse circulation, its practical realization and the so called refrigerating technology.

The theoretical work is connected with the researches of Cullen (1755), Mayer (1842), Kelvin (1852) and F. and E. Carré (1850).

The practical application of theoretical principles, as embodied in the first refrigerating machine, takes its beginning in 1845 when Gorri a physician in Florida constructed the first air refrigerator with the purpose to produce ice for his hospital.

Steam refrigerators, which predominate in the modern refrigerating technique, were for the first time in the history of technique constructed by Linde in Germany and at the same time by Boyle in U. S. A. (1876).

Turbo compressors, which are now widely used in big refrigerating plants were for the first time constructed in 1922 in U. S. A. and somewhat later in Europe by Brown-Boveri.

The absorptive refrigerators owe their existence to the work of Edmond and Ferdinand Carré (1850—1880) in France, their construction was however inaugurated in England by the firm Pontifex & Wood.

Of very great economical importance was the successful application of refrigeration to sea transportation of meat from Australia and South America to Europe thanks to the work of Tellier (1868) and Carré (1877).

The chemical industry, the biggest consumer of "cold", installed the first refrigerating plant in 1862 in Bathgate for the refining of paraffin.

Since the beginning of the XX century the refrigerating industry invaded all branches of human life and industry and lately is used more and more in medicine and in the new branch of surgery namely in the transplantation of bones and internal organs.

Among Polish research workers, scholars and men of practice, beside Wróblewski and Olszewski who gained world fame, are: Szymanski, constructor of chest refrigerators, Rostkowski, a constructor of cold storage refrigerating machines and professor Stefanowski who was the first to initiate the studies of refrigerating in Poland and gave solid foundation to the education of refrigerating specialists in our country.

