

dr inż. Jacek Kasperski  
dr inż. Janusz Eichler

Zakład Chłodnictwa i Kriogeniki  
Instytut Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów I-20  
Politechnika Wroclawska

## ZWARTE, WIRUJĄCE URZĄDZENIE KLIMATYZACYJNE

Metodologia projektowania urządzeń technicznych wyróżnia wiele płaszczyzn podziałów na style i twórczej pracy inżynierskiej. Jednym ze stosowanych kryteriów podziału jest kryterium jednorodności systemu projektowania rozpatrujące fragmentaryczność lub całościowość podejścia twórczego do obiektu [1].

W *systemie niejednorodnym* projekt np. urządzenia klimatyzacyjnego, już w fazie początkowej dzielony zostaje na stosowną liczbę segmentów po czym każdym z nich zajmuje się już oddzielnie specjalista z danej branży techniki. W tym trybie specjalista z dziedziny chłodniczej skupi uwagę na poszukiwaniu optymalnego wariantu urządzenia chłodniczego, gdy tymczasem specjalista z dziedziny wentylacji poświęci swój czas na poszukiwanie optymalnego sposobu obróbki powietrza. Względna łatwość skompletowania kadry do zespołu techniczno-projektowego oraz wymogi grupowej pracy twórczej powodują, że większość współczesnych wyrobów użytkowych powstaje właśnie w takim systemie projektowania. W *systemie jednorodnym*, (rys.1) w przeciwieństwie do powyższego opisu, projekt rozpatrywany jest od początku do końca całościowo a powstałe w ten sposób urządzenie stanowi jeden zwarty wytwór spójnej koncepcji. Ten styl pracy projektowej bliższy jest oczywiście działalności wynalazczej i patentowej a to z konieczności eliminuje pracę grupową i kojarzone jest raczej z pracą indywidualną.

Przykładowym efektem projektowania niejednorodnego jest klimatyzacyjne urządzenia chłodnicze w konwencjonalnym układzie zabudowy. Na rys.2 widać wyraźny podział i segmentację projektu na część chłodniczą i wentylacyjną. Część chłodnicza tego rodzaju urządzenia składa się zazwyczaj z dwóch wymienników ciepła : parowacza i skraplacza pomiędzy którymi, pod umowną osłoną „czarnej skrzynki” rozpięte jest urządzenie realizujące obieg lewobieżny na odpowiednio dobranym dla niego czynnikiem chłodniczym. Część wentylacyjna składa się tu przeważnie z dwóch wentylatorów promieniowych (odśrodkowych), cichobieżnych, zamocowanych na wspólnym wale wraz z napędzającym je silnikiem elektrycznym. Zaletą dwuczęściowej konstrukcji tego typu jest względna elastyczność procesu produkcyjnego poprzez dwupotokową produkcję półwyrobów łączonych finalnie w jedno sprawnie działające urządzenie jak również łatwość wymiany i ewentualnej naprawy dowolnego z modułów.

Urządzeniem będącym wytworem koncepcji projektowania jednorodnego jest urządzenie klimatyzacyjne oparte na wirującym urządzeniu chłodniczym, pokazane na rys.3. Urządzenie takie zabudowane wokół jednej wspólnej, wirującej osi, posiada centralnie zamocowane urządzenie realizujące wewnętrznie obieg lewobieżny, zakończone po obu stronach lamelowanymi wymiennikami ciepła spełniającymi zarazem funkcję wentylatorów promieniowych.

Urządzenie chłodnicze oparte na ruchu wirowym, opisane sygnałnie w [2], bazuje na wykorzystaniu pola sił odśrodkowych do napędu urządzenia chłodniczego typu grawitacyjnego. Warto zauważyć, że stacjonarne, hermetyczne chłodziarki grawitacyjne

zwłaszcza typu absorpcyjnego, na ich obecnym etapie rozwoju, są urządzeniami dość wszechstronnie opanowanymi i to zarówno poznawczo jak i technologicznie. Osadzone w polu sił grawitacyjnych Ziemi, realizują zazwyczaj obieg absorpcyjny trójczynnikiowy, rzadziej natomiast spotykane są, choć przecież realne, obiegi absorpcyjne dwuczynnikiowe czy obiegi strumienicowe. Wstępne rozeznanie [2] pokazuje, że osadzenie chłodziarki grawitacyjnej w polu sił odśrodkowych otwiera zupełnie nowe perspektywy w zakresie uzyskiwanych ciśnień, rozmiarów urządzenia, dostępności czynników obiegowych i wielu innych specyficznych cech łatwo zauważalnych dla osób zajmujących się techniką chłodniczą.

**Zwartość budowy** urządzeń opartych na ruchu wirowym jest ich pierwszą rzucającą się w oczy cechą szczególną. Stosownie do sposobu realizacji wewnętrznego obiegu chłodniczego urządzenie składać się może z minimum dwóch brzegowych wymienników ciepła tj. skraplacza i parowacza, a maksymalnie czterech wymienników charakterystycznych dla urządzenia absorpcyjnego jak pokazano to na rys.4. W swojej wewnętrznej budowie wymienniki nie różnią się istotnie od typowych wymienników lamelowanych urządzeń stacjonarnych. Jedyną cechą wyróżniającą jest ich osiowo-symetryczna budowa oraz możliwość spełniania (lub nie) funkcji wentylatorów. Funkcję tą zrealizować można poprzez prostą technologicznie operację montażu na obwodzie łopatek-kierownic tak charakterystycznych dla wentylatorów odśrodkowych (rys.5).

**Rozmiary urządzeń** wirujących są wynikiem łącznej synchronizacji kilku niezbędnych parametrów technicznych: założonej nominalnej prędkości obrotowej, założonego sposobu realizacji obiegu chłodniczego w oparciu o wybrany czynnik chłodniczy. Względna łatwość osiągnięcia wysokich, a nawet bardzo wysokich ciśnień słupa cieczy w ruchu wirowym pozwala tu na zastosowanie praktycznie każdego ze znanych współcześnie ziębników od freonów i węglowodorów do amoniaku, wody a nawet rtęci. Na rys.6 ukazano relację niezbędnej wielkości (średnicy) urządzenia w zależności od zastosowanego czynnika roboczego dla założonej przykładowej prędkości obrotowej 1400 obr/min. Wymóg wytworzenia niezbędnej różnicy ciśnień pokazuje, że nawet w najbardziej niekorzystnym przypadku napełnienia amoniakiem jako czynnikiem roboczym niezbędna średnica urządzenia wyniosłaby około 0,7m. Nie jest to co prawda wielkość mała ale pomimo to nadal realna technicznie nawet jak na pomieszczenia mieszkalno-biurowe. W przypadku napełnienia wodą otrzymać można potencjalnie miniaturowe urządzenie chłodnicze o średnicy rzędu kilku centymetrów - byłoby to, pomijając termoelektryczne, najprawdopodobniej najmniejsze ze znanych urządzeń chłodniczych.

**Hermetyczność** urządzeń wirujących i brak części ruchomych (w sensie wałów, elementów wykonujących ruch posuwisto-zwrotny, itp.) jest cechą przeniesioną w całości z urządzeń typu grawitacyjnego. cechują się one wyjątkową trwałością, małą podatnością na uszkodzenia i rozhermetyzowania.

**Woda jako czynnik chłodniczy** jest jednym z najwdzięczniejszych termodynamicznie rozwiązań obiegów chłodniczych. Znaczne ciepło przemiany fazowej ciecż-para, niewielka różnica ciśnień w użytkowym przedziale temperatur ( $2\div 40^{\circ}\text{C}$ ), dostępność, bezpieczeństwo, ekologiczność i niewielka cena napełnienia predystynują ten czynnik do zastosowań klimatyzacyjnych nie przekraczających obszaru temperatur poniżej  $0^{\circ}\text{C}$ . Warto zauważyć, że zarówno obieg chłodziarki strumienicowej jak i obieg chłodziarki na roztworze  $\text{H}_2\text{O}+\text{LiBr}$  realizowane są właśnie na wodzie jako czynnika roboczym - istniejące tu bogactwo doświadczeń praktycznych pomogłoby w zakresie technicznej realizacji urządzenia.

**Dodatkowe wymienniki ciepła**, po domontowaniu na pobocznicę walcowej części segmentu lewobieżnego pozwoliłyby bez większych problemów wykorzystywać ciepło odpadowe spalin (analogicznie jak np. na rys.4) do napędu obiegu. Wykorzystanie ciepła spalin w oparciu o obieg strumienicowy lub absorpcyjny stworzyłoby możliwość budowy

prostych pomp ciepła wmontowywanych w system kanałów wentylacji nawiewno-wywiewnej budynków. Duże nadzieje wiązać można także z wykorzystaniem ciepła odpadowego powstającego w napędowym silniku elektrycznym. Opanowanie technologii zabudowy silnika na zewnętrznej poboczniczy walcowej części chłodziarki pozwoliłoby odzyskać znaczne ilości marnowanej do tej pory energii cieplnej.

**Konstrukcja wymienników** pozwala na budowę dwóch podstawowych wariantów wymienników: do gazów (w połączeniu lub nie z wentylatorem) oraz do cieczy (w połączeniu lub nie z pompą) jak pokazano to na rys.7. Wariant cieczowy znacznie rozszerzyłby zakres stosowalności urządzeń wirujących na obiegi z czynnikiem pośredniczącym warunkowanym względami bezpieczeństwa jak też i na pompy ciepła bazujące na ciepłe gruntu i wód gruntowych.

Opracowując niniejszy artykuł autorzy mieli na celu ukazanie jednej z możliwych dróg rozwoju urządzeń chłodniczych i klimatyzacyjnych na ich obecnym etapie rozwoju właśnie poprzez zastosowanie urządzeń wirujących. Urządzenia te, oparte na wykorzystaniu pola sił odśrodkowych do napędu obiegów grawitacyjnych wydają się być jak do tej pory słabo rozpoznane zarówno w warstwie teoretycznej jak i praktycznej. Procesy termodynamiczne zachodzące w polu przyspieszeń odśrodkowych, które bez trudu przekroczyć mogą nawet tysiąckrotnie (!) wartość przyspieszenia ziemskiego cechują się wieloma specyficznymi cechami fizykalnymi. Mając na względzie zarówno walory poznawcze zachodzących zjawisk podstawowych jak i możliwość stworzenia podstaw naukowych opisu działania urządzeń wirujących autorzy uznali przedstawiony temat za interesujący. Prace badawcze prowadzone są w Zakładzie Chłodnictwa i Kriogeniki Instytutu Techniki Ciepłej i Mechaniki Płynów I-20 Politechniki Wrocławskiej.

[1] Babiński Czesław; „Elementy nauki o projektowaniu”, WNT, Warszawa 1972,

[2] Kasperski Jacek, Eichler Janusz; „Koncepcja urządzeń chłodniczych wykorzystujących pole sił odśrodkowych.”, Chłodnictwo nr 3/97.

### **podpisy pod rysunkami :**

rys.1. Niejednorodność i jednorodność systemu projektowania.

rys.2. Konwencjonalne urządzenie chłodnicze w zastosowaniu klimatyzacyjnym.

rys.3. Wirujące urządzenie chłodnicze w zastosowaniu klimatyzacyjnym.

rys.4. Wirujące urządzenie absorpcyjne.

rys.5. Opcja wentylatorowa wymienników.

rys.6. Rozmiary urządzeń wirujących dla różnych czynników.

rys.7. Urządzenie wirujące z pompą i wentylatorem.