

# WRZENIE W PRZEPLYWIE MIESZANIN CZYNNIKÓW CHŁODNICZYCH R22 i R407C Z OLEJEM W RURCE Z POWŁOKĄ POROWATĄ



Janusz T. Cieśliński, Bartosz Dawidowicz

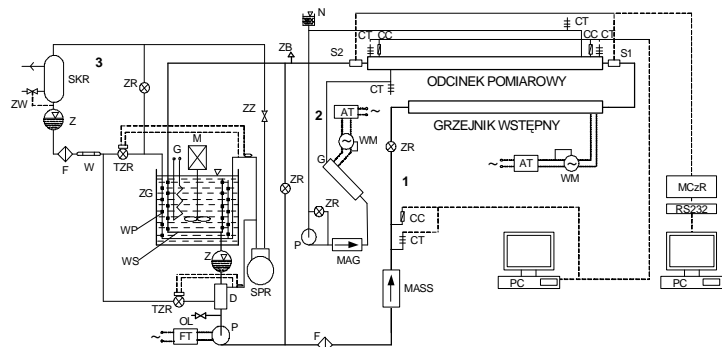
Politechnika Gdańska, Wydział Mechaniczny, ul. Narutowicza 11/12, 80-952 Gdańsk

## 1. Wstęp

W ostatnich latach wiele wysiłków skierowano na poszukiwanie możliwości konstruowania wymienników ciepła o bardziej zwartej budowie, dzięki wykorzystaniu powierzchni intensyfikujących wymianę ciepła podczas wrzenia w przepływie. Dotyczy to szczególnie parowników stosowanych w przemyśle chemicznym i technice chłodniczej. Powierzchnie te mogą przybierać różne formy, począwszy od prostych zeber i wkładek, po bardziej skomplikowane geometrie, jak na przykład powierzchnie z pokryciem porowatym. Rozwinięcie wewnętrznej powierzchni rurki powoduje jednak znaczny wzrost oporów przepływu, a co za tym idzie kosztów eksploatacji. W związku z tym istnieje potrzeba określenia wpływu powłoki porowatej na wartość współczynnika przejmowania ciepła, a także oporów przepływu przy wrzeniu czystych jak i zaolejonych czynników chłodniczych.

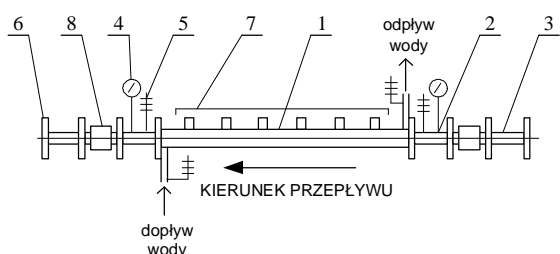
W urządzeniach chłodniczych pewna ilość oleju przedostaje się ze sprężarki do obiegu chłodniczego, gdzie mieszanina olejowo-chłodnicza cyrkuluje w obiegu. Obecność oleju we wrzącym czynniku chłodniczym wpływa na współczynnik przejmowania ciepła oraz spadek ciśnienia. Niewielka ilość oleju w układzie może intensyfikować współczynnik przejmowania ciepła poprzez odpowiednie spienianie i lepsze zwilżanie ścianki. Dla wyższych udziałów masowych oleju w czynniku chłodniczym powyżej kilku procent współczynnik przejmowania ciepła spada, natomiast spadek ciśnienia rośnie.

## 2. Schemat stanowiska



Rys. 1. Schemat stanowiska: 1 - obieg badawczy, 2 - obieg grzewczy, 3 - obieg pomocniczy chłodzący; P - pompa, F - filtr, Z - zbiornik cieczy, OL - zawór olejowy, MASS, MAG - przepływomierz, ZR - zawór regulacyjny, ZB - zawór bezpieczeństwa, WS - węzownica skraplacza, WP - węzownica parownika, ZG - zbiornik glikolu, M - mieszadło, G - grzejnik elektryczny, SPR - sprężarka, ZZ - zawór zwrotny, SKR - skraplacz, ZW - zawór wodny, W - wziernik, TZR - termostacyjny zawór rozprężny, N - naczynie zbiorcze D - dochładzacz, CC - przetwornik ciśnienia, CT - czujnik temperatury, PC - komputer, WM - watomierz, AT - autotransformator, FT - przetwornik częstotliwości

## 3. Odcinek testowy



Rys. 2. Schemat sekcji pomiarowej: 1- odcinek badawczy, 2- odcinek podłączenia czujników, 3- wziernik, 4- przetwornik ciśnienia, 5- termoparat, 6- kolaniec przyłączeniowy, 7- termopary, 8 - czujnik stopnia zapełnienia

Tab. 1. Charakterystyka badanych rurek

Rurka	śr. zew.	śr. wew.	Materiał	Uwagi
gładka	10 mm	8,8 mm	316 L	Bez szwu
z powłoką porowatą	10 mm	8,5 mm	316 L	Al $\delta = 55 \mu\text{m}$ $\epsilon = 18 \%$ $a = 1,45 \mu\text{m}$

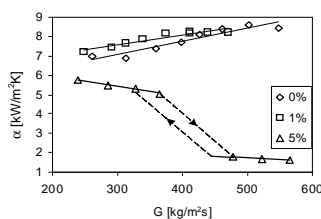
## 4. Metodyka badań i opracowanie danych eksperymentalnych

Podczas badań stopień suchości na wlocie ustalono na 0, a na wylocie 0,7. Średnia temperatura parowania wynosiła około 0°C. Gęstość strumienia masy badanego płynu zmieniała się od 200 do 650 kg/m<sup>2</sup>s. Strumień ciepła przejmowany przez wrzący czynnik w odcinku pomiarowym obliczany był z bilansu cieplnego od strony płaszczka wodnego (wody grzejnej). Średnią temperaturę nasycenia badanego płynu określa się na podstawie średniego ciśnienia w odcinku pomiarowym, wyznaczonego jako średnia arytmetyczna z wartości ciśnienia na wlocie i wylocie. Średnia arytmetyczna wskazań sześciu termopar wzdłuż odcinka pomiarowego jest przyjmowana jako średnia temperatura zewnętrznej powierzchni rurki (rys. 2).

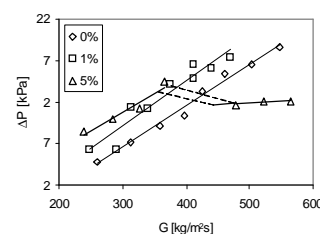
Pomiary przeprowadzono dla dwóch rodzajów warunków termicznych:

- stałej temperatury zewnętrznej powierzchni rurki, niezależnie od gęstości strumienia masy czynnika,
- stałej, ale zależnej od gęstości strumienia masy wrzącego czynnika, temperatury powierzchni rurki.

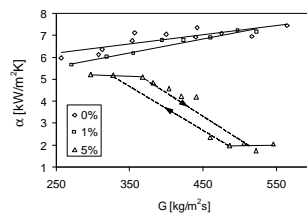
## 5. Wyniki badań



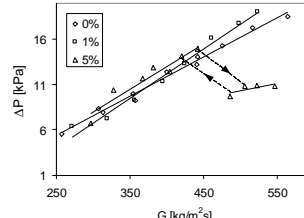
Rys. 3. Współczynnik przejmowania ciepła dla R22



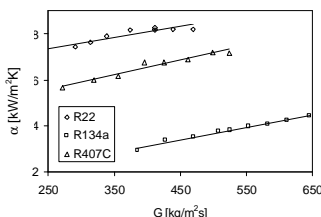
Rys. 4. Spadek ciśnienia dla R22



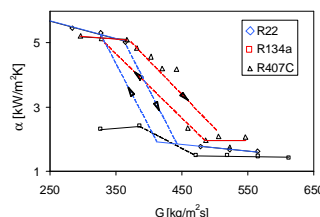
Rys. 5. Współczynnik przejmowania ciepła dla R407C



Rys. 6. Spadek ciśnienia w rurce dla R407C



Rys. 7. Współczynnik przejmowania ciepła dla masowego udziału oleju - 1%



Rys. 7. Współczynnik przejmowania ciepła dla masowego udziału oleju - 5%

## 6. Podsumowanie

- Przy masowym udziale oleju równym 1% dla czynnika R22 zaobserwowano niewielki wzrost współczynnika przejmowania ciepła oraz nieznaczne zwiększenie oporów przepływu w porównaniu z czystym czynnikiem.
- Przy masowym udziale środka smarnego równym 5% dla wysokiej gęstości strumienia masy zaobserwowano wyraźny spadek współczynnika przejmowania ciepła oraz stwierdzono wystąpienie histerezy, objawiającej się skokowym spadkiem współczynnika przejmowania ciepła przy wzroście gęstości strumienia masy i wyraźnym jego wzrostem przy zmniejszaniu gęstości strumienia masy.
- Najwyższy współczynnik przejmowania ciepła zaobserwowano dla czynnika R22 przy masowym udziale środka smarnego wynoszącego 1%, natomiast najniższy współczynnik przejmowania ciepła zarejestrowano dla czynnika R134a.