
Notka informacyjna n/t rozprawy doktorskiej Waldemara TARGAŃSKIEGO



Na początek prezentujemy sylwetkę doktoranta. W latach 1986 – 1991 Waldemar TARGAŃSKI uczęszczał do Technikum Chłodniczego w Gdyni. W 1991 roku rozpoczął studia na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej, gdzie w 1996 roku otrzymał tytuł magistra inżyniera na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn, w specjalności Maszyny i Urządzenia Przemysłu Chemicznego i Spożywczego. Promotorem jego pracy magisterskiej był dr inż. Zenon Bonca.

Pierwszą pracę zawodową podjął w Zespole Szkół Chłodniczych w Gdyni, a od października 1997 roku jest zatrudniony w Katedrze Techniki Ciepłej Politechniki Gdańskiej. Podczas dotychczasowej pracy jego zainteresowania naukowe koncentrowały się na zagadnieniach intensyfikacji przenoszenia ciepła w procesie wrzenia syntetycznych czynników chłodniczych oraz ich mieszanin z olejami w kanałach poziomych gładkich i o rozwiniętej powierzchni wewnętrznej.

W roku 2001 otworzył na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej przewód doktorski na temat: Badania wrzenia w przepływie zaolejonych czynników chłodniczych w rurach o rozwiniętej powierzchni wewnętrznej. Promotorem pracy został dr hab. inż. Janusz T. Cieśliński, prof. PG.

Dotychczasowy dorobek naukowy Waldemara Targańskiego obejmuje:

- autorstwo i współautorstwo 17 referatów prezentowanych na konferencjach o zasięgu krajowym i międzynarodowym, w tym 2 za granicą;
- autorstwo i współautorstwo 14 publikacji w renomowanych czasopismach krajowych;
- współautorstwo 4 tytułów książkowych, w tym unikalnego siedmiojęzycznego specjalistycznego słownika z dziedziny chłodnictwa, klimatyzacji i wentylacji.

Poza zainteresowaniami związanymi ściśle z tematyką pracy doktorskiej, zajmuje się on licznymi zagadnieniami związanymi z budową i eksploatacją maszyn i urządzeń chłodniczych, odnawialnymi źródłami energii, a także wybranymi problemami z ogrzewnictwa, klimatyzacji i wentylacji. Efektem tych zainteresowań jest wiele artykułów w czasopismach naukowo-technicznych, w tym również w „TCHK”, dotyczących m. innymi: tzw. dochłodzenia „mechanicznego” w sprężarkowych urządzeniach chłodniczych, zastosowania techniki chłodniczej i klimatyzacyjnej w lotnictwie, klimatyzacji pojazdów, transformatorów ciepła, zjawiska uderzenia hydraulicznego w sprężarkach tłokowych.

Z zespołem redakcyjnym „Techniki Chłodniczej i

Klimatyzacyjnej” jest związany od 1997 roku. Jest współautorem czterech pozycji książkowych wydanych w serii „Biblioteka TCHK”, a są to: „Czynniki chłodnicze i nośniki ciepła. Własności cieplne, chemiczne i eksploatacyjne”, „Odzysk ciepła w systemach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych”, „Amoniakalne urządzenia chłodnicze. Tom 1” oraz słownik siedmiojęzyczny „Chłodnictwo + Klimatyzacja + Wentylacja”.

Jest również współautorem „Modułowego systemu szkoleń i certyfikacji w branży chłodniczej, klimatyzacyjnej i pomp ciepła”, wdrażanego do realizacji pod egidą Krajowego Forum Chłodnictwa. Obecnie aktywnie uczestniczy w szkoleniach i egzaminach prowadzonych przez Gdańskie Centrum Szkoleń i Certyfikacji.

W sumie dotychczasowe dokonania Waldemara Targańskiego stanowią już obecnie imponujący dorobek, biorąc pod uwagę jego zaledwie kilkuletni okres pracy zawodowej. Przejdźmy jednak do kwestii kluczowej, a jest nią prezentacja ogólnych tez i osiągnięć przygotowanej przez niego pracy doktorskiej.

Tematyką pracy jest proces wrzenia w przepływie czynników chłodniczych i mieszanin czynnika z olejem wewnątrz poziomych rur gładkich i o rozwiniętej powierzchni wewnętrznej, a w szczególności systematyczne badania eksperymentalne tego zjawiska na specjalnie do tego celu zaprojektowanym stanowisku badawczym. W części wstępnej ukazano dwie tendencje w rozwoju współczesnej techniki chłodniczej. Po pierwsze zwrócono uwagę na alternatywne czynniki chłodnicze, zastępujące wycofywane płyny robocze, wymagające współpracy z nowymi rodzajami olejów. Po drugie podjęto temat powierzchni rozwiniętych, mających za zadanie intensyfikację procesu wrzenia, coraz powszechniej stosowanych w budowie chłodniczych wymienników ciepła.

W dalszej części pracy przedstawiony został stan wiedzy na temat przenoszenia ciepła podczas wrzenia w przepływie. Opisano przebieg zjawiska wrzenia w przepływie przez kanał poziomy i zestawiono metody obliczania współczynnika przejmowania ciepła dla tego przypadku. Omówiono różnice w intensywności przejmowania cie-



Fot. 1 Doktorant prezentuje najważniejsze tezy przygotowanej pracy

pła podczas wrzenia, jakie obserwuje się w odniesieniu do różnych czynników chłodniczych, do mieszanin czynnika z olejem oraz do ich przepływu przez rury o rozwiniętej powierzchni wewnętrznej. Zawartość tej części uzupełnia przegląd koncepcji mechanizmów przejmowania ciepła



Fot. 2 Ogłoszenie przez Dziekana Wydz. Mechanicznego pozytywnego wyniku obrony pracy zostało nagrodzone brawami przez członków Komisji przewodu doktorskiego

przy wrzeniu zaolejonych czynników chłodniczych.

Teza pracy głosi, że rozwinięcie powierzchni przy



Fot. 3 Nasz skromny akcent w gratulacjach dla doktoranta w postaci pięknego albumu, będącego zatrzymaną w czasie wędrówką po starym Gdańsku

wrzeniu w przepływie intensyfikuje przejmowanie ciepła, zarówno w przypadku czystych, jak i zaolejonych czynników chłodniczych, a ponadto zapobiega wyraźnemu spadkowi współczynnika przejmowania ciepła w przypadku mieszanin czynników chłodniczych z olejem o masowym udziale środka smarnego do 5%.

Cele służące zweryfikowaniu tezy objęły:

1. Wyznaczenie współczynnika przejmowania ciepła i spadku ciśnienia podczas wrzenia w przepływie w rurach poziomych.
2. Weryfikację wybranych korelacji do obliczania współczynnika przejmowania ciepła.
3. Propozycję własnej, uproszczonej korelacji dla wrzenia czystych czynników chłodniczych w rurach gładkich i o rozwiniętej powierzchni.

Zakres pracy obejmował badania trzech czynników chłodniczych, wrzących w rurach gładkich i w wybranych rurach o rozwiniętej powierzchni wewnętrznej. Badano zarówno czynniki niezaolejone, o czystości jak w atestowanych pojemnikach handlowych, jak również czynniki z dodatkiem oleju poliestrowego FUCHS Reniso/Triton SEZ 32. Czynniki chłodnicze użyte do badań, to R 22, R 134a i R 407C. Udział masowy oleju w mieszaninie z czynnikiem chłodniczym wynosił: 1% i 5%. Badano następujące rury: gładką miedzianą, gładką stalową, nisko żebrowaną miedzianą („micro-fin”) oraz śrubowo formowaną stalową.

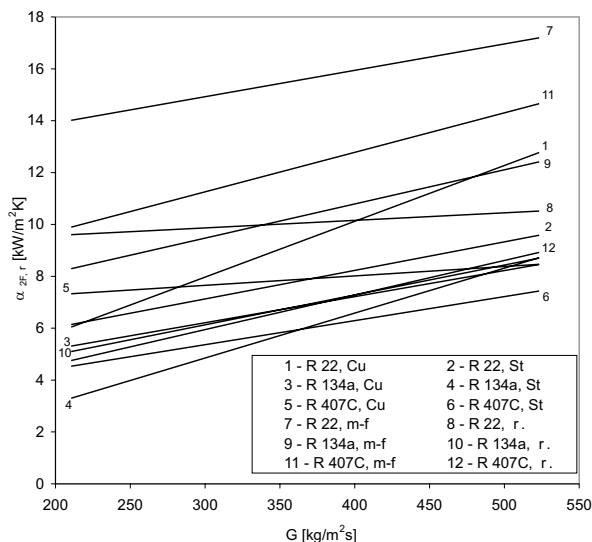
Wyniki badań współczynnika przejmowania ciepła, dotyczące czystych czynników chłodniczych porównano z danymi literaturowymi i z przewidywaniami wybranych modeli oraz zaproponowano dla tych przypadków własne równania korelacyjne. Podjęto próbę określenia efektywności intensyfikacji przejmowania ciepła na skutek rozwinięcia wewnętrznej powierzchni rury. Wyznaczono także współczynniki przejmowania ciepła i spadki ciśnienia dla zaolejonych czynników chłodniczych wrzących w rurach gładkich i o powierzchni rozwiniętej.

Ważniejsze wnioski wyciągnięte na podstawie uzyskanych wyników badań, to:

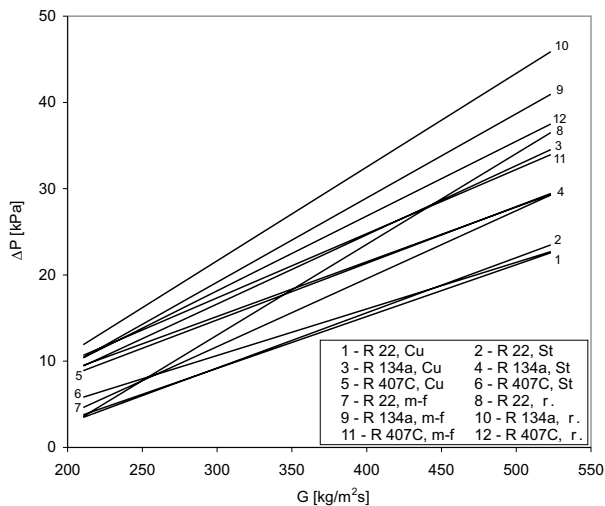
1. Rozwinięcie wewnętrznej powierzchni rury intensyfikuje przejmowanie ciepła zarówno w przypadku czystych czynników chłodniczych, jak i ich mieszanin z olejem.
2. Obecność oleju we wrzącym czynniku chłodniczym generalnie obniża współczynnik przejmowania ciepła. W szczególności, przy udziale masowym środka smarnego na poziomie 5%, po przekroczeniu pewnej wartości gęstości strumienia masy badanego czynnika, zaobserwowano wyraźny spadek średniego współczynnika przejmowania ciepła w rurach gładkich. Stwierdzono histerezę tego zjawiska.
3. Rozwinięcie powierzchni wymiany ciepła pozwala uniknąć efektu wyraźnego spadku współczynnika przejmowania ciepła w badanym zakresie warunków eksperymentalnych. Fakt ten, obok możliwości zwiększenia efektywności pracy i zwartości urządzenia oraz zmniejszenia wpływu na środowisko naturalne, prze-

Charakterystyka geometryczna badanych rur

Typ rury	rednica zewn trzna	Wewn trzna rednica odniesienia	Wysoko eber lub wr bów	Materia	Uwagi
g adka	D = 10 mm	d = 8 mm	-	mied	bez szwu
g adka	D = 10 mm	d = 8,8 mm	-	stal nierdzewna	ze szwem
formowana rubowo	D = 10 mm	d = 8,8 mm	h = 0,45 mm	stal nierdzewna	ze szwem, podzia ka: e = 6 mm
ebrowana (micro-fin)	D = 9,52 mm	d = 8,92 mm	h = 0,2 mm	mied	bez szwu, 60 eber k t skr cenia eber: $\beta=18^\circ$, k t zarysu ebra: $\alpha=48^\circ$



Rys. 1 Średni współczynnik przejmowania ciepła dla czystych czynników chłodniczych, wrzących w gładkiej rurze miedzianej (Cu) i stalowej (St) oraz w rurze nisko żebrowanej (m-f) i formowanej śrubowo (śr.)



Rys. 2 Spadek ciśnienia dla czystych czynników chłodniczych, wrzących w gładkiej rurze miedzianej (Cu) i stalowej (St) oraz w rurze nisko żebrowanej (m-f) i formowanej śrubowo (śr.)

mawia wyraźnie na korzyść rur o rozwiniętej powierzchni.

4. Spośród przebadanych czynników chłodniczych, R 22 charakteryzuje się, niezależnie od typu rury i udziału oleju, najwyższym współczynnikiem przejmowania ciepła i najniższym spadkiem ciśnienia, a przewaga ta jest szczególnie wyraźna w porównaniu do R 134a.
5. Obliczeniowe wartości współczynnika przejmowania ciepła, wyznaczone z wykorzystaniem metody Kandlikara i metody Witczaka dla czystych czynników wrzących w rurach gładkich, pozostają w zgodności z rezultatami własnych badań eksperymentalnych. W przypadku rury nisko żebrowanej i czynnika R 22 przewidywania korelacji Kandlikara dla rur typu micro-fin są przeszacowane około dwukrotnie.
6. Współczynnik intensyfikacji cieplnohydraulicznej QF_{rozv} , posiadający w odróżnieniu od dotychczas prezentowanego w literaturze stosunku EF_{rozv}/PF_{rozv} uzasadnienie fizyczne, zaproponowano jako miarę efektywności intensyfikacji przejmowania ciepła na skutek rozwinięcia powierzchni.
7. Opracowano własne równania korelacyjne dla wrzenia czystych czynników R 22, R 134a i R 407C w rurach gładkich oraz o rozwiniętej powierzchni wewnętrznej, które z zadowalającą dokładnością opisują własne wyniki eksperymentalne.

Warto zauważyć, że fragmenty wyników badań stanowiących treść pracy były publikowane na łamach naszego pisma w numerze 1 i 2 oraz 11 w roczniku 2003.

Publiczna obrona pracy odbyła się w dniu 7 stycznia br. na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej. Wysokie walory merytoryczne przygotowanej przez p. Waldemara dysertacji, a także wspaniała jej prezentacja i obrona, wzbogacona żywą dyskusją nad zaprezentowaną problematyką, zwieńczone zostały uzyskaniem przez naszego redakcyjnego kolegę stopnia doktora nauk technicznych. Gratulując mu tego osiągnięcia, jednocześnie życzymy równie efektywnego i zarazem efektownego pokonania kolejnych progów naukowej kariery. Uczestnicząc w obronie mieliśmy okazję być świadkami tego ważnego dla doktoranta, ale również dla nas wydarzenia, co prezentują zamieszczone fotografie.