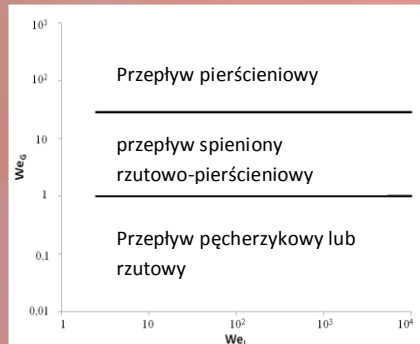
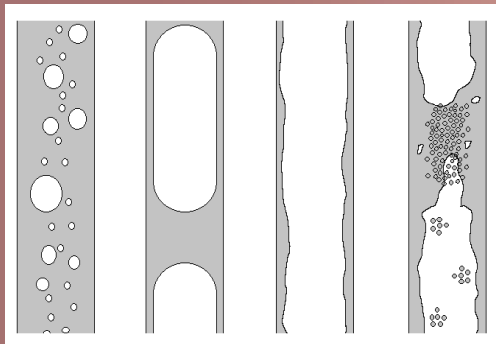




„Wpływ mikrogravitacji na wymianę ciepła w układzie dwufazowym gaz-ciecz”

Główne tezy

Przepływ dwufazowy jest typowy dla różnych systemów działających na statkach kosmicznych. Przepływowi temu często towarzyszy wymiana ciepła, której może towarzyszyć zmiana stanu skupienia płynów (parowanie lub kondensacja). Wykorzystanie takich układów w systemach transport ciepła jest korzystniejsze w porównaniu do układów jednofazowych. Jednak zachowanie się układu wielofazowego zmienia się, gdy wartość grawitacji ulega zmianie, co powoduje trudności w projektowaniu systemów mających pracować w warunkach obniżonej grawitacji (Viscanta i in., 2000).



Typowe struktury przepływu obserwowane w układzie gaz-ciecz dla warunków mikrogravitacji:  
1- przepływ pęcherzykowy, 2- przepływ rzutowy, 3- przepływ pierścieniowy, 4- przepływ spieniony rzutowo-pierścieniowy (na podstawie Dziubiński i in., 2009 i Rezkallah i in., 1996).

Cel pracy

Celem pracy był przegląd prac dotyczących wymiany ciepła w dwufazowych układach gaz-ciecz w warunkach obniżonej wartości grawitacji.

Wymiany ciepła bez wymiany masy między fazami w czasie przepływu w rurze mieszaniny gazu i cieczy

Przykład empirycznych korelacji do obliczania współczynnika wnikania ciepła w układzie gaz-ciecz dla przypadku obniżonej grawitacji (Kamiel, 2007):

- dla  $Re_{SL} < 2300$ :

- o  $We_{SG} < 0,1$        $\Psi^2 = 1 + 0,8Gz_{SL}^{-0,114}(\alpha'_1)^{-0,084}Mo_L^{0,058}$
- o  $0,1 < We_{SG} < 1$        $\Psi^2 = 1 + 2,1Gz_{SL}^{-0,074}(\alpha'_1)^{-0,023}Mo_L^{0,01}$
- o  $1 < We_{SG} < 20$        $\Psi^2 = 1 + 0,7Gz_{SL}^{0,106}(\alpha'_1)^{-0,251}Mo_L^{-0,01}$
- o  $We_{SG} > 20$        $\Psi^2 = 1 + 37,2Gz_{SL}^{-0,2916}(\alpha'_1)^{-0,194}Mo_L^{-0,059}$

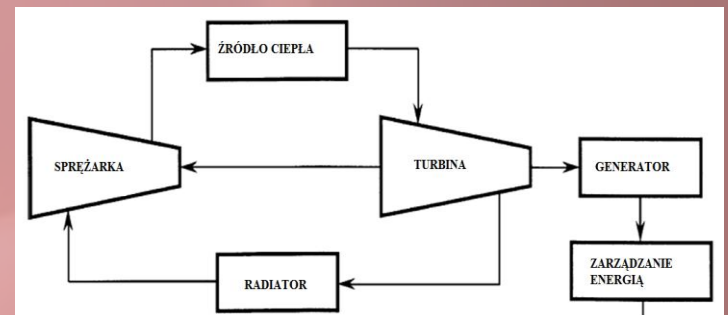
- dla  $Re_{SL} < 2300$ :

- o  $We_{SG} < 0,1$        $\Psi^2 = 1 + 42Re_{SL}^{-0,483}(\alpha'_1)^{0,422}Fr_{SL}^{0,071}Mo_L^{0,019}$
- o  $0,1 < We_{SG} < 1$        $\Psi^2 = 1 + 2,1Re_{SL}^{-0,575}(\alpha'_1)^{0,316}Fr_{SL}^{0,064}Mo_L^{0,018}$
- o  $1 < We_{SG} < 20$        $\Psi^2 = 1 + 12,2Re_{SL}^{0,304}(\alpha'_1)^{0,355}Fr_{SL}^{0,011}Mo_L^{-0,025}$
- o  $We_{SG} > 20$        $\Psi^2 = 1 + 15,8Re_{SL}^{-0,383}(\alpha'_1)^{0,158}Fr_{SL}^{0,002}Mo_L^{-0,011}$

$\Psi$  - stosunek współczynnika wnikania ciepła dla układu dwufazowego do współczynnika wnikania ciepła w przypadku przepływu jednofazowego cieczy

Transport ciepła, któremu towarzyszy parowanie lub kondensacja czynnika roboczego

Przykłady typowych podsystemy statków kosmicznych, w których przepływowi dwufazowemu towarzyszy wymiana ciepła połączona z wrzeniem lub kondensacją czynnika roboczego to: rury cieplne lub obieg Rankina.



Ogólny schemat obiegu Rankine'a na podstawie Viscanta i in. (2000). Czynniki robocze zmienia swój stan skupienia ogrzewając się od źródła ciepła, a potem chłodząc w radiatorze.

Wnioski

- Główny wpływ siły grawitacji na procesy transportu ciepła (z wrzeniem czy bez wrzenia) związany jest ze zmniejszeniem ruchu płynów wywołanych różnicą gęstości (np. zmniejszenie konwekcji swobodnej), a więc spowolnienie np. szybkości odrywania pęcherzy pary od powierzchni grzejnej w czasie procesu wrzenia (np. Montini, 2001).
- Zmniejszenie wartości siły grawitacji przyczynia się do wzrostu wpływu zjawisk powierzchniowych na ruch pęcherzy gazowych. W wyniku tego jeżeli w cieczy istnieje gradient temperatury ruch pęcherzy gazowych może być wywołany gradientem wartości napięcia powierzchniowego (np. Montini, 2001).
- Wpływ grawitacji na transport ciepła można powiązać z wpływem grawitacji na rozkład w przestrzeni i czasie pęcherzyków gazu podczas przepływu w rurze (np. Kamiel, 2007);
- Wzrost prędkości przepływu mieszaniny dwufazowej (wywołanego np. różnicą ciśnień) zmniejsza wpływ grawitacji zarówno na hydrodynamikę przepływu jak i proces transportu ciepła (np. Kamiel, 2007).

Przykładowa literatura:

Dziubiński M., Prywer J., 2009, Mechanika Płynów Dwufazowych, WNT, Warszawa;  
Kamiel G., 2007, Microgravity Two-Phase Flow, Springer, Dordrecht;  
Montini, 2001, Physics of Fluids in Microgravity, Taylor and Francis, New York;  
Rezkallah K. 1996, Int. J. Multiphase Flow, 22, 6, 1265-1270;  
Viscanta R. i in., 2000, Microgravity research in support..., Washington, DC, USA: National Academies.