

RECENZJA (39)

Większość specjalistów związanych z projektowaniem, montażem, obsługą lub serwisem instalacji chłodniczych przyjmuje za fakt oczywisty, że praca urządzenia chłodniczego jest przewidywalna i stabilna oraz, że urządzenia te charakteryzują się względnie wolną reakcją na zmianę parametrów. Wynika to prawdopodobnie z tego, że zmiany większości parametrów fizycznych zachodzą w tych urządzeniach rzeczywiście stosunkowo wolno, na ogół płynnie i bez zaburzeń. Takie jest ogólne wrażenie odniesione z obserwacji zachowania się tych urządzeń.

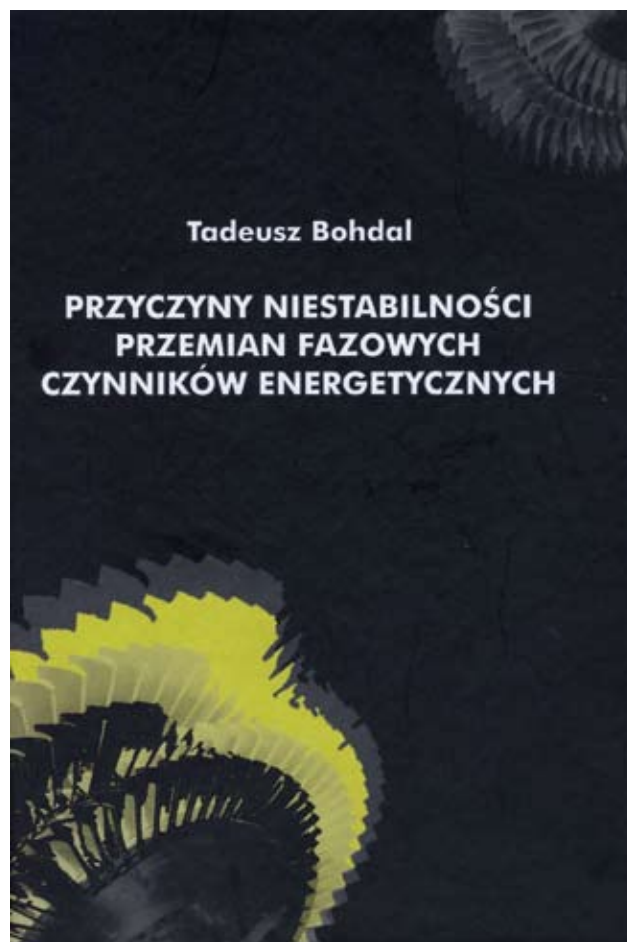
Czy jednak rzeczywiście oddaje to całą prawdę o tym, co dzieje się we wnętrzu tych urządzeń? Każdy, kto przez dłuższy czas obserwuje pracę urządzeń chłodniczych musi przyznać, że nierzadko można zauważyć, że urządzenia te nie zawsze reagują tak „jak powinny”. Przykładem mogą być różne podejrzane dźwięki (nieraz przypominające nawet serie wystrzałów) dochodzące z ich wnętrza oraz mniej lub bardziej silne drgania, które mogą się nawet zakończyć uszkodzeniem elementów urządzenia. W ten sposób mogą powstać poważne zagrożenia i straty ekonomiczne.

Tak więc należy wyciągnąć wniosek, że w urządzeniach chłodniczych mamy do czynienia - chociaż na szczęście rzadko - z różnymi zjawiskami o charakterze dynamicznym. Problematyka ta zostało również dostrzeżona przez obowiązującą normę bezpieczeństwa PN EN 378, która wymaga uwzględnienia zjawisk dynamicznych przy projektowaniu oraz budowie urządzeń chłodniczych, nie określając jednak bliżej czym te zjawiska są.

Powstaje więc potrzeba udzielenia odpowiedzi na pytanie: czym są zjawiska o charakterze dynamicznym? Odpowiedź na nie jest niezmiernie złożona, gdyż chodzi o duży kompleks problemów, nie zawsze jeszcze dostatecznie zbadanych. Jednym z nich - prawdopodobnie najbardziej istotnym - jest problem niestabilności przebiegających w różnych urządzeniach procesów i zjawisk.

Nakładem Wydawnictwa Uczelnianego Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2006, wydano książkę pt. „**PRZYCZYNY NIESTABILNOŚCI PRZEMIAN FAZOWYCH CZYNNIKÓW ENERGETYCZNYCH**”, której autorem jest Tadeusz Bohdal z Politechniki Koszalińskiej. Książka ta, licząca 281 stron, jest - jak wynika z zamieszczonego na jej końcu streszczenia - monografią, przedstawiającą aktualny stan wiedzy w zakresie niestabilności przemian fazowych wrzenia i skraplania czynników energetycznych.

Jest ona więc w określonym stopniu odpowiedzią na wyżej postawione pytanie. Jak autor zaznacza we wstępie do tego opracowania, wszelkie stosowane urządzenia energetyczne powinny pra-



cować z możliwie najwyższą sprawnością, stabilnie i bezpiecznie, gdyż inaczej powstają straty i zagrożenia dla środowiska naturalnego. Wymogi sprawności oraz bezpieczeństwa są na ogół powszechnie traktowane jako oczywiste, jednak nie zawsze kojarzą się one z pojęciem stabilności. W książce wykazano, że stabilność procesów fizycznych może mieć dla ich ekonomicznie opłacalnego oraz bezpiecznego przebiegu, zasadnicze znaczenie.

Pod pojęciem stabilności autor rozumie odpowiednio uwrażliwienie układu na różne zaburzenia, zarówno na te pochodzące z zewnątrz, jak i na generowane przez sam układ energetyczny. W uproszczeniu można powiedzieć, że jeżeli układ łatwo (szybko) powraca do równowagi z której został wytrącony, to można mówić, że jest on stabilny. Natomiast jeżeli układ nie chce powrócić do stanu w którym pracował przed wytrąceniem z równowagi, to mówi się o układzie niestabilnym.

Stwierdzono, że do zjawisk szczególnie podatnych na niestabilność należą procesy przemian fazowych, a więc wrzenie i skraplanie czynników chłodniczych. Jako inny przykład obszaru, w którym niestabilności występują również często, wymienia się też przepływy dwufazowe. Niestabilności wynikają tu ze wzmacniania się wahań (fluktuacji) prędkości

przepływu i falowania na granicy układu para-ciecz. Ponieważ wymienione procesy są charakterystyczne dla urządzeń chłodniczych, są one niejednokrotnie bardzo mocno narażone na powstanie zjawisk niestabilności oraz na związane z tym skutki.

Istnieją niestabilności statyczne i dynamiczne. Niestabilność statyczna – bardziej przewidywalna - powoduje zmianę pełnego stanu równowagi na inną, prowadzi do innego stanu (punktu) w którym występuje ponownie równowaga. Niestabilność dynamiczna jest związana z zaburzeniami cieplnymi lub hydrodynamicznymi i jest ona praktycznie nieprzewidywalna. Są to niektóre informacje zawarte w rozdziale 1 książki, prezentującym podstawowe pojęcia związane z przemianami fazowymi wraz z interpretacją jakościową przyczyn niestabilności. Podstawową część książki stanowią jednakże cztery następne rozdziały merytoryczne, niżej pokrótce scharakteryzowane.

W rozdziale 2 omówiono niestabilności w stanach kryzysowych, powstające podczas przemian fazowych wrzenie i skraplania. Przedstawiono warunki fizyczne pojawienia się pierwszego i drugiego kryzysu wrzenia w objętości i w przepływie oraz zerowego kryzysu wrzenia w objętości. Dla przypomnienia: pojęcie „stany kryzysowe” odnosi się do sytuacji, podczas których zachodzą skokowe zmiany parametrów. Na przykład podczas pierwszego kryzysu wrzenia w objętości, skokowo zmienia się mechanizm wymiany ciepła, wskutek czego wrzenie pęcherzykowe zostaje zastąpione przez wrzenie błonowe. Omówiono też niestabilności powstające podczas wrzenia na rozwiniętych mikropowierzchniach oraz niestabilności występujące podczas tworzenia się fazy parowej.

W rozdziale 3 przeanalizowano falowy charakter niestabilności w ośrodkach dwufazowych. Na charakter falowy niestabilności wskazują badania wielu autorów. Powstające w tym przypadku zaburzenia mogą być przenoszone jako fale akustyczne (niestabilności ciśnieniowe), przemieszczające się z dużą prędkością w przepływającym czynniku lub jako fale gęstości strumienia masy (wahania stopnia napełnienia przewodu), zależne w dużym stopniu od gęstości strumienia ciepła, przemieszczające się z małymi prędkościami. Zwrócono uwagę na - związane ze zmianami strumienia masy - niestabilności o charakterze ciśnieniowym i temperaturowym oraz na zależność od stopnia zapełnienia.

W rozdziale 4 przedstawiono wybrane problemy modelowania zjawisk falowych w ośrodkach dwufazowych. Przeanalizowane tu modele matematyczne, opisujące własności falowe ośrodka dwufazowego, zainteresują przede wszystkim teoretyków. Wśród kilku modeli przedstawiono również opracowany przez autora model rozwoju wrzenia pęcherzykowego.

Praktyków – specjalistów z dziedziny chłodnictwa - zainteresuje na pewno rozdział 5, prezentujący charakterystyczne formy niestabilności, które występują w instalacjach chłodniczych podczas wrzenia i skraplania czynników chłodniczych. Są tu również zawarte wyniki badań autora w zakresie niestabilności przemian fazowych dla niektórych obecnie stosowanych czynników chłodniczych. Wieloletnie badania autora i innych badaczy dowodzą, że urządzenia chłodnicze są wrażliwe na zaburzenia zewnętrzne, ale mogą się w nich również ujawnić różne zaburzenia wewnętrzne. Stwierdzono również, że stosowane czynniki chłodnicze charakteryzują się określonymi specyficznymi cechami, odróżniającymi je (w zakresie zjawisk niestabilności) od innych czynników energetycznych. Zagadnienia te są również przedmiotem rozważań tego rozdziału.

Książka operuje w dwóch wzajemnie przeplatających się sferach: „teoretycznej” i „aplikacyjnej”. W związku z tym zawiera zarówno informacje dla teoretyka (wywody matematyczne, wykresy, wyniki badań – w tym informacje na temat modelowania różnych stanów niestabilnych), jak również bardzo przydatne dla praktyka. Takimi są np. szczegółowe opisy przebiegu różnych zjawisk fizycznych. Szczególnie interesującym elementem wszystkich rozdziałów, zarówno dla teoretyka jak i dla praktyka, może być omówienie oraz analiza literatury związanej z zagadnieniami przemian fazowych i niestabilności. Umożliwia ono poznanie stanu wiedzy w tej dziedzinie. Bogate zestawienie literatury – 278 pozycji - czytelnik znajdzie na końcu książki.

Ponieważ omawiana problematyka wiąże się z przemianami podczas wrzenia i skraplania, czytelnik może również zapoznać się z wielką ilością podstawowych pojęć z dziedziny wymiany ciepła, co dla wszystkich zainteresowanych w bliższym poznaniu procesów przebiegających w urządzeniach chłodniczych posiada duże znaczenie.

Podsumowując: książka przedstawia niezbyt jeszcze znany temat o podstawowym znaczeniu dla techniki. Może ona być bardzo pomocna zarówno dla teoretyków, jak i dla praktyków zainteresowanych w rzetelnym poznaniu procesów zachodzących w urządzeniach energetycznych, do których zaliczają się również urządzenia chłodnicze.

Tadeusz BOHDAL: „**PRZYCZYNY NIESTABILNOŚCI PRZEMIAN FAZOWYCH CZYNNIKÓW ENERGETYCZNYCH**”. Wyd. Politechniki Koszalińskiej, Koszalin 2006, stron 281, rysunków 168, pozycji bibliograficznych 278.
