

МОДЕЛЮВАННЯ СКИПАЮЧИХ ПОТОКІВ У СОПЛАХ ДЛЯ ЇХ ОПТИМІЗАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЯХ ОХОЛОДЖЕННЯ РІДИНИ

Сирий В.М.

*Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського («ХАІ»),
м. Харків*

В області малих температурних напорів і великих витрат охолодження рідини часто реалізують за рахунок її часткового випаровування. Ефективність процесу визначається можливістю реалізації розвиненої міжфазної поверхні та корисного використання частини рідини, що випарувалася. Такі можливості поєднує в собі струминний охолоджувач рідини (СОР), в якому здійснюють диспергування робочого тіла в соплі з подальшим поділом фаз в сепараторі і відновленням статичного тиску в дифузорі. Так за допомогою СОР може бути вирішена актуальна задача охолодження криогенних рідин для ракетно-космічних систем, де традиційні поверхневі теплообмінники малоефективні [1].

Мета роботи полягала в моделюванні потоків в соплах СОР та їх оптимізації за рахунок зміни геометрії каналу і компенсуючих процесів масообміну скрізь його проникні стінки. При цьому вирішувалися завдання, пов'язані з адаптацією моделі соплової течії скипаючих криогенних рідин з кристалізацією рідкої фази до випадку відводу пари і введення в потік компоненти, що не конденсується. За базову прийнята нестационарна, двошвидкісна, двотемпературна модель, яка описана в [2].

Оптимізація сопла СОР полягала в зниженні гідравлічних втрат і створенні сприятливих умов для сепарації фаз за рахунок зменшення довжини сопла Лавалля і площі його вихідного перетину. При цьому, недорозширення потоку компенсувалося відведенням частини пари на ділянці крапельної структури. Пов'язане з цим зменшення кінетичної енергії потоку і його повного тиску відшкодовувалися введенням в потік компоненти, що не конденсується.

В роботі представлені результати моделювання течії скипаючого водню в соплі Лавалля при його розширенні від 0,15 до 0,006 МПа. Розрахунки показали, що при збереженні заданого ступеня охолодження від температури 21 К і кристалізації 20% маси рідини, а також при збереженні її повного тиску на виході з сопла, можна на 25% знизити довжину сопла і площу його зрізу за рахунок відводу і заміщення гелієм 10% масової витрати на ділянці крапельної структури потоку.

Розроблена математична модель може бути використана при аналізі методів регулювання витрати через сопло Лавалля шляхом введення пари або газу, що не конденсується, поблизу його горла.

Література:

1. И.И. Петухов, В.Н. Сырый, Ю.В. Шахов Струйные аппараты для быстрого охлаждения и получения шугообразного состояния криогенных жидкостей // Технические газы. – Т. 17, №3. С. 33-38. 2. И.И. Петухов, Сырый В.Н. Численное моделирование вскипающих потоков криожидкостей с кристаллизацией капель // Авиационно-космическая техника и технология, 2005, вып. 1 (17). – С. 30-33.