

Исследование свободной конвекции в криогенной емкости при подводе тепла снизу

А.О. Городнов

Московский физико-технический институт (государственный университет)

ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»

При проектировании ракет носителей возникает необходимость моделирования физических процессов в криогенных топливных баках, входящих в состав систем хранения топлива различных ступеней ракет. Важнейшей проблемой является наличие внешнего теплоподвода в бак, который может привести к повышению давления в баке выше предельно допустимой конструкцией нормы и разрушению бака. Конструктивные особенности баков и разнообразие режимов работы, таких как хранение топлива в баке, заправка компонентом топлива, дренирование пара из бака для сброса давления, приводит к реализации различных физических процессов, таких как тепломассообмен между жидкой и паровой фазой и стенкой внутри бака, свободно-конвективные течения в жидкой и паровой фазе бака при бездренажном хранении компонента, фазовые переходы между жидкостью и паром и др. Для построения адекватно описывающих различные режимы работы баков моделей необходимо правильно учитывать эти физические процессы.

В данной работе будет качественно рассмотрено влияние свободной конвекции при подводе тепла к днищу бака при бездренажном хранении. В ряде работ [1], [2] было показано, что при прогреве жидкости сбоку и сверху формируется вертикальная температурная стратификация, причем поле температуры в приповерхностном слое жидкости определяется теплопроводностью. На основании данных работ была предложена модель роста давления в баке [3], описывающая теплообмен в жидкости на основе уравнения теплопроводности. Однако нагрев жидкости снизу приводит к возникновению конвективной неустойчивости и всплытию прогретой жидкости. Целью данной работы является качественная оценка влияния подвода тепла снизу на применимость «теплопроводной» модели теплообмена в жидкости.

Литература

1. *A.Yn. Belyayev, A.V. Ivanov, S.D. Egorov, V.S. Voyteshonok, V.M. Mironov.* Pathways to solve the problem of cryogenic rocket propellant long storage in space. Proc. Int. Aerospace Congress. Moscow. Russia. August 15-19. 1994. V.1. P. 558-562.

2. *С.Г. Черкасов*. Естественная конвекция в вертикальном цилиндрическом сосуде при подводе тепла к боковой и свободной поверхности. Изв. АН СССР. МЖГ. 1984. №6. С. 51.
3. *Н.В. Амирханян, С.Т. Черкасов*. Теоретический анализ и методика расчета теплофизических процессов, протекающих в криогенной емкости в режиме бездренажного хранения. ТВТ, 2001, том 39, выпуск 6, С. 970-976.