

Рисунок 1 – Этюра перемещений при наложении остаточных напряжений

**В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОВЕДЕННЫХ РАСЧЕТОВ БЫЛИ ПОЛУЧЕНЫ ДАННЫЕ ДЕФОРМАЦИЙ КОЛЬЦА ПРИ ЧЕРНОВОЙ И ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКЕ. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК БОРТОВЫХ ДРОССЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ НА ОСНОВЕ БАЛЛОНА С КРИОГЕННОЙ ЗАПРАВКОЙ И БАЛЛОНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ**

© 2012 Довгялло А.И., Сармин Д.В., Угланов Д.А.

ФГБОУ ВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (Национальный исследовательский университет)», Самара

**A COMPARATIVE ANALYSIS CHARACTERISTIC OF THROTTLE COOLING SYSTEM WITH CRYOGENIC REFUELING TANK AND HIGH PRESSURE TANK**

© 2012 Dovgjallo A., Sarmin D.V., Uglanov D.V.

In this paper it is shown the results of an comparative analysis of the parameters of throttle systems based on the balloon with cryogenic refueling with the parameters of the throttle cooling system based on the high-pressure balloon.

На борту летательных аппаратов используется широкий ряд оптико-электронных устройств и систем, в состав которых входят ИК – приёмники излучения, требующие для своей нормальной работы охлаждения криогенного уровня температур. Система охлаждения может иметь различные параметры по массе, потребляемой мощности, габаритам, надёжности, холодопроизводительности и температуре термостатирования.

Из бортовых систем охлаждения ИК-приёмников наиболее простой и наименее дорогостоящей системой охлаждения является система охлаждения, основанная на эффекте Джоуля – Томпсона, использующая газ высокого давления от 20 до 60 МПа.

Применение инертных газов и смесей даёт возможность обеспечить

температурный уровень охлаждения в диапазоне температур 50–80 К при суммарной мощности тепловыделения объекта от 0,1 до 10 Вт.

Одним из основных элементов дроссельной системы охлаждения является баллон для хранения и выдачи продукта.

В рассматриваемом случае предлагается в качестве ёмкости для дроссельной системы охлаждения использовать баллон с криогенной заправкой (БКЗ), основанный на идее патента «Топливный баллон» (Патент № 2163699, Россия, МПК 7F17C9/02, 99114577//06 заявл. 02.07.1977), запатентованный Самарским государственным аэрокосмическим университетом.

Для определения эффективности использования БКЗ в составе дроссельной системы охлаждения рассмотрены две

системы. В первом случае в дроссельной системе используется стандартный баллон, заправленный азотом с исходным давлением  $p_o = 19,6$  МПа и температурой  $T_o = 300$  К. Во втором случае в составе дроссельной системы предлагается использовать баллон с криогенной заправкой. Термодинамические расчёты показали, что в случае заправки такого баллона криопродуктом (азотом) через некоторое время наступает равновесное состояние системы баллон - рабочее тело. Температура достигает величины  $T_o = 130-135$  К при давлении  $p_o = 4$  МПа.

Часто ограничением для применения подобных систем является масса баллона, что обусловлено высоким рабочим давлением газообразного хладагента. Поэтому используются жидкостные системы охлаждения, имеющие свои преимущества по температуре в обеспечении постоянной температуры охлаждаемого объекта. Однако недостатком этих систем является тот факт, что температура криостатирования не может быть выше, чем температура криоагента.

Из приведённого выше следует, что объективно полезным и своевременным будет разработка и создание универсального оборудования, способного удовлетворять существующим технологиям применения компримированных газов и криогенных жидкостей.

Идея заключается в том, что в случае заправки баллона газообразным продуктом, он работает как обычный баллон высокого давления, а в случае заправки равным по массе криогенным компонентом, баллон работает в более благоприятных условиях по давлению. Внутренняя термосная ёмкость для криогенного компонента предотвращает тепловые удары и смягчает условия по термоциклической прочности конструкции.

С целью оценки энергетических характеристик такой ёмкости при бездренажном хранении и в режиме подачи рабочего тела в дроссельную систему

(имитационные испытания) была разработана экспериментальная установка. На основании результатов выполненных экспериментов был проведён сравнительный анализ технических характеристик системы охлаждения на основе баллона высокого давления (БВД) и дроссельной системы охлаждения на основе баллона с криогенной заправкой (БКЗ). Сравнительный расчёт и анализ выполнялся для двух случаев работы выше указанных систем:

В случае заправки рабочим телом одной массы предварительные расчёты и их анализ систем позволяет сделать следующие выводы:

- время работы ДСО БКЗ в 1,8 раза больше, чем время работы ДСО БВД;
- средняя за время работы системы удельная холодопроизводительность у ДСО БКЗ в 1,5 раза выше;

В случае равного времени функционирования систем:

- масса заправки ДСО БКЗ в 1,6 раза меньше, чем масса заправки ДСО БВД;
- масса баллона ДСО БКЗ в 1,3 раза меньше массы баллона ДСО БВД;
- масса ДСО БКЗ, по сравнению с БВД, меньше массы ДСО БВД на 1,4 раза.

На рисунке 1 представлена зависимость увеличения  $\tau_{бкз}$  – времени работы дроссельной системы с баллоном (БКЗ) по сравнению с  $\tau_{бвд}$  – временем работы системы с баллоном (БВД) для баллонов объёмом 8 литров.

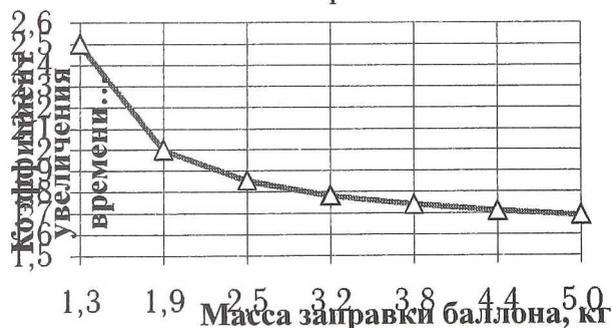


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента увеличения времени работы систем от массы заправки рабочим телом