

Для того, чтобы иметь возможность изучить сопоставимость результатов, полученных с применением разных эталонов одинаковой толщины, маркой стали и размером зарубок, метрологическим подразделениям необходимо провести измерения амплитуд сигналов от этих зарубок при одинаковом значении опорного уровня и сделать обобщение полученных результатов.

Список литературы: 1. Ермолов И. Н. О выборе способа настройки при контроле тонких сварных соединений // Дефектоскопия. — 2002.- №11. - С. 61-70. 2. ОП № 501 ЦД-97. Основные положения по ультразвуковой дефектоскопии сварных соединений котлоагрегатов в трубопроводе 'ГЭС. - М.: ЦНИИТМАШ, 1997. 3. Ермолов И. И, Погрешность измерения координат дефектов под влиянием нестабильности акустического контакта // Дефектоскопия. - 1992. - № 12. - С. 3-4. 4. А. Сапрыкин С. А., Колбин И. В., Волков Ю. А. О применении двугранных углов рабочих эталонов для настройки чувствительности ультразвукового контроля стальных изделий с малой толщиной стенки // Сб. докл. сем. выст. «Современные технологии и приборы неразрушающего контроля и технической диагностики». - Харьков, 20-21.11.2003 г. 5. Ермолов И. И. Теория и практика ультразвукового контроля. - М.: Миши построение, 1981. - 240с. 6. ТР 34.17. Технічний регламент. Ультразвукова дефектоскопія зварних з'єднань котлоагрегатів, трубопроводів і посудии. Основні положення. - Київ, 2003. - 127 с.

Поступила в редколлегію 01.12.2010

УДК 532.593:541.24

С. А. ДАВЫДОВ, докт. техн. наук, доцент, Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

РАСЧЕТ СНИЖЕНИЯ УДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СРЕДСТВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СПЛОШНОСТИ ТОПЛИВА ПРИ ЕГО ДВИЖЕНИИ ВДОЛЬ ПОВЕРХНОСТИ РАЗДЕЛА ФАЗ

В работе представлена методика инженерной оценки снижения удерживающей способности сетчатых средств обеспечения сплошности топлива вследствие движения топлива вдоль сетчатой поверхности, которая контактирует с газовой фазой

Ключевые слова: космический летательный аппарат, топливо, сетчатые разделители фаз.

У роботі представлена методика інженерної оцінки зниження утримуючої здатності сітчастих засобів забезпечення суцільності палива внаслідок руху палива уздовж сітчастої поверхні, що контактує з газовою фазою

Ключові слова: космічний літальний апарат, паливо, сітчасті роздільники фаз

The technique of an engineering decreasing estimation of mesh phase's delimiters retention at functionability of means fuel continuity in consideration of fuel movement along the mesh surface which contacts to a gas phase has been presented in present work.

Key words: spacecraft, fuel, mesh phase's delimiter.

1. Введение

На протяжении последних четырех десятилетий для управления положением жидкости и обеспечения ее слива без газовых включений из баков космических летательных аппаратов (КЛА) в условиях пониженной гравитации широко используются тканые металлические сетки с ячейками микронных

размеров [8]. Для наземной отработки этих т. н. средств обеспечения сплошности топлива (СОСТ) разработаны различные инженерные методики [3-5], которые тем не менее не охватывают всего многообразия условий функционирования СОСТ при выполнении КЛА полетного задания. В частности при отборе топлива из бака КЛА возможна ситуация, когда часть сетчатых элементов (СЭ) СОСТ 3 с одной стороны, со стороны свободного объема бака 2 (рис.1), находится в контакте с газовой фазой 6, а с другой стороны вдоль поверхности СЭ происходит движение топлива 7 в направлении сливной магистрали 5.

При этом, как отмечается в [9], возникает «срезающая» сила вследствие воздействия потока топлива на поверхность раздела фаз «жидкость-газ» 8, которая располагается в ячейках СЭ. Экспериментально установлено [7], что работоспособность сетчатых СОСТ в указанной ситуации существенно снижается. Поэтому этот фактор необходимо учитывать при проектировании перспективных КЛА многоцелевого назначения, система питания которых содержит СОСТ. Ниже представлена методика, которую предлагается использовать при выполнении инженерных расчетов уровня работоспособности сетчатых СОСТ на этапе эскизного проектирования.

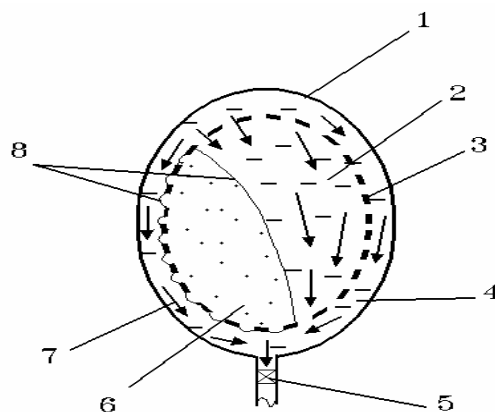


Рис. 1. Схема топливного бака КЛА с сетчатым СОСТ:

1 – стенка бака; 2 – свободный объем бака; 3 – сетчатый элемент; 4 – объем бака, ограниченный СОСТ; 5 – сливная магистраль; 6 – газовая фаза; 7 – направление движение топлива при опорожнении бака; 8 – поверхность раздела фаз «жидкость-газ»

2. Исходные данные для расчета

Исходными данными для проведения расчетов являются:

- плотность ρ , динамическая вязкость μ и поверхностное натяжение σ топлива при заданной температуре;
- текущий расход топлива из бака Q ;
- коэффициент заполнения бака топливом η ;
- геометрические параметры СЭ: размер стороны ячейки a , диаметр проволоки основы d_o и утка d_y , коэффициент живого сечения f_c , тип плетения;
- общая площадь поверхности СЭ в баке S .

3. Этапы расчета

После этого процесс расчета состоит из следующих шагов.

Шаг 1. Определяется средняя скорость жидкости V_c в части бака ограниченной СОСТ, СЭ которого находятся в контакте с газовой фазой. Для определения скорости V_c необходимо иметь информацию о размещении газовой фазы внутри бака и степени дробления газового объема на части.

Указанная информация имеет обычно вероятностный характер. Для проведения инженерных расчетов следует рассматривать такое положение и связность газового объема в баке при котором скорость V_c будет максимальной. Максимальное значение скорость V_c достигает в том случае когда:

- газовый объем при заданном уровне заполнения бака топливом η является односвязным;

- газовый объем размещен в той части бака, в которой проходное сечение СОСТ для сливаемого топлива является минимальным, а площадь СЭ, которые контактируют с газовой фазой, - максимальна.

При сделанных выше допущениях и заданном уровне расхода топлива из бака Q можно провести оценку текущего расхода топлива под поверхностью СЭ, контактирующего с газовой фазой и, соответственно, величины V_c . Предполагая, что при сливе из бака жидкостной поток разделяется на топливо протекающее по каналам СОСТ, контактирующим с газовой фазой и на топливо поступающее в сливное отверстие через часть СОСТ не контактирующую с газовой фазой, можно записать систему уравнений

$$\begin{cases} Q = Q_c + Q^* \\ \sum_{i=1}^N \xi_i V_{ci}^2 = \xi_c V_f^2 \end{cases} \quad (1)$$

где Q_c - расход топлива через часть СОСТ, контактирующую с газовой фазой, $\text{м}^3/\text{с}$; Q^* - расход топлива через часть СОСТ, не контактирующую с газовой фазой, $\text{м}^3/\text{с}$; N – количество участков каналов СОСТ, контактирующих с газовой фазой, постоянного проходного сечения; ξ_i – коэффициент гидросопротивления i -того участка канала СОСТ; $\xi_c = \alpha + \frac{\beta}{\text{Re}_c}$ - коэффициент гидросопротивления СЭ; α, β – постоянные коэффициенты, зависящие от типа

плетения материала СЭ [6]; $V_{ci} = \frac{Q_c}{S_i}$ - средняя скорость потока топлива на i -

том участке канала СОСТ, $\text{м}/\text{с}$; S_i – площадь поперечного сечения i -того участка

канала СОСТ, м^2 ; $V_f = \frac{Q^*}{\chi_c S}$ - средняя скорость потока через СЭ СОСТ,

полностью погруженные в топливо, $\text{м}/\text{с}$; $\text{Re}_c = \frac{d_c \rho V_f}{\mu}$ - число Рейнольдса

жидкостного потока в ячейках СЭ, полностью погруженных в топливо; d_c - приведенный гидравлический диаметр ячеек СЭ, м .

Число N участков каналов СОСТ, контактирующих с газовой фазой, зависит от степени неоднородности каналов по длине и требуемой точности расчетов.

После определения расхода топлива через каналы СОСТ, контактирующие с газом, выбирается участок с минимальной площадью

поперечного сечения S_i^{\min} и определяется соответствующая максимальная средняя скорость жидкостного потока V_c .

Шаг 2. Рассчитываются число Рейнольдса Re и капиллярное число Ca по формулам

$$Re = \frac{V_c d_c \rho}{\mu f_c}, \quad Ca = \frac{\sigma d_c \rho}{\mu^2}, \quad (2)$$

где d_c – капиллярный диаметр ячеек СЭ, м [7].

Определение капиллярного диаметра СЭ d_c зависит от типа плетения сетки, используемой для изготовления СЭ СОСТ. Если в конструкции СЭ используется сетка полотняного типа плетения с квадратными ячейками [1], то $d_c \approx 1,4a$. Если в конструкции СЭ используется сетка фильтрового типа плетения [2], то для определения величины d_c следует использовать соответствующие табличные данные [6,7].

Шаг 3. Расчет статической удерживающей способности СОСТ. Статическая удерживающая способность СОСТ Δp_{cfr} может определяться экспериментально «пузырьковым» методом [6], либо по уравнению Лапласа

$$\Delta p_{cfr} = \frac{4\sigma}{d_c}. \quad (3)$$

Шаг 4. Расчет коэффициента снижения удерживающей способности сетчатых элементов СОСТ k_c вследствие движения топлива вдоль той части их поверхности, которая контактирует с газовой фазой. Значение этого коэффициента определяется с помощью формулы [7]

$$k_c = 0,086 Re^{-0,375} Ca^{0,326} \quad (4)$$

для СЭ, которые имеют полотняный тип плетения, и

$$k_c = 0,33 Re^{-0,14} Ca^{0,1} \quad (5)$$

для СЭ, которые имеют фильтровый тип плетения.

Достоверность зависимостей (4)-(5) экспериментально подтверждена в диапазоне чисел Рейнольдса Re от 0,5 до 20 и капиллярных чисел Ca от 333 до 5455 [7].

Шаг 5. Расчет удерживающей способности сетчатых элементов СОСТ Δp_{cfr}^* в условиях движения топлива вдоль поверхности раздела «жидкость-газ».

Величина Δp_{cfr}^* определяются по формуле

$$\Delta p_{cfr}^* = k_c \Delta p_{cfr} \quad (6)$$

где k_c определяется по уравнениям (4) или (5).

Выводы

Полученный в результате расчетов перепад давления Δp_{cfr}^* на СЭ будет ниже их статической удерживающей способности Δp_{cfr} , которая соответствует тканой сетке, используемой для их изготовления. Это необходимо учитывать при определении предельно допустимого уровня нагружения СОСТ на этапе эскизного проектирования. Снижение удерживающей способности СЭ СОСТ в

рассмотренной выше ситуации может потребовать замены СЭ в сторону уменьшения капиллярного диаметра ячеек d_c .

Следует отметить, что в представленной выше методике не учитывается влияние на величину коэффициента k_c геометрических характеристик канала, по которому происходит движение жидкости. Учитывается только площадь поперечного сечения канала при определении средней скорости жидкостного потока под поверхностью СЭ. Для выяснения степени влияния данного фактора на работоспособность СОСТ требуется проведение дополнительных исследований.

Список литературы: 1. ГОСТ 6613–73. Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками нормальной точности. Государственный стандарт [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1973. – 17 с. 2. ГОСТ 3187–76. Сетки проволочные тканые фильтровые. Государственный стандарт [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1976. – 15 с. 3. Давыдов С.А. Численный расчет взаимодействия свободной поверхности жидкости с сетчатой разделительной перегородкой [Текст] / С.А. Давыдов // Математическое моделирование в механике жидкости и газа: сб. науч. тр. Днепропетровского государственного ун-та – Д., 1992. – С. 72–77. 4. Давыдов С.А. Экспериментальные исследования влияния коэффициента упругости сетчатых разделителей фаз на их удерживающую способность [Текст] / С.А. Давыдов // Вісн. Дніпропетр. університету. Ракетно-космічна техніка – 2004. – Вип. 8, № 12 – С. 11–17. 5. Давыдов С.А. Экспериментальная оценка влияния переменного давления на прорыв газа через металлическую сетку [Текст] / С.А. Давыдов, А.С. Макарова; Днепропетровский государственный ун-т. – М., 1989. – 11с. – Деп. в ВИНТИ 15.04.89, № 261989. 6. Капиллярные системы отбора жидкости из баков космических летательных аппаратов [Текст] / Багров В.В., Курпатенков А.В., Поляев В.М. и др.; под. ред. В.М.Поляева. – М.: УНПЦ «ЭНЕРГОМАШ», 1997. – 328с. 7. Макарова А.С. Работоспособность средств обеспечения сплошности топлива сетчатого типа в условиях ограниченного контакта с газом наддува [Текст] / Макарова А.С., Давыдов С.А., Абраменко Н.В., Давыдова А.В. // Системне проектування та аналіз характеристик аерокосмічної техніки: зб.наук.праць Дніпропетровського національного ун-ту. – Т. IX. – Д., 2009.– С. 62–68. 8. Rollins J.R. 23 years of surface tension propellant management system design, development, manufacture, test and operation [Text] / J.R. Rollins // AIAA paper – 1986. – № 833. – 9p. 9. Tegart J.R. Influence of pressure transients on the performance of capillary propellant acquisition systems [Text] / J.R. Tegart // AIAA paper. – 1976. – № 597. – 8 p.

Поступила в редколлегию 26.11.2010

УДК 57.08:632.082

В.А. ШИГИМАГА, канд. сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией, Институт животноводства НААН, пгт. Кулинич, Харьковская обл.

КОНДУКТОМЕТРИЯ КЛЕТОК ЖИВОТНЫХ В СРЕДАХ С ПРОИЗВОЛЬНОЙ ПРОВОДИМОСТЬЮ

Предложен простой способ определения собственных электропроводящих свойств клеток животных в средах с произвольной проводимостью. Суть способа состоит в исключении проводимости среды из суммарной проводимости клетки и среды.

Ключевые слова: проводимость, клетка, среда

Запропоновано простий спосіб визначення власних електропровідних властивостей клітин