

УДК 629.7.06

СИЛОИЗМЕРИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ РДМТ С УПРУГИМ ЭЛЕМЕНТОМ В ВИДЕ ПОДВОДЯЩИХ ТРУБОПРОВОДОВ

Рыбаков В.Н.

Научные руководители – д.т.н., проф. Павлов В.Ф., асс. Лапшин А.В.
Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева

Тяга двигателя – важнейший эксплуатационный параметр. При испытании двигателя обычно используют реактивные методы измерения тяги, которые основываются на компенсации силы тяги массой груза, давлением или упругими силами силоизмерителя.

Рассмотрим случай, когда тяга двигателя, компенсируется внутренними силами упругого элемента устройства. Деформации (или перемещения), возникающие в упругом элементе, измеряются специальными датчиками (обычно используются индуктивные, тензометрические и другие датчики). Работа силоизмерительного устройства должна быть безопасной с точки зрения прочности, причем повышение жесткости упругого элемента имеет определенные пределы, ограниченные минимальными перемещениями, доступными для измерения датчиком.

Обычно для испытаний ракетных двигателей малой тяги используются силоизмерительные устройства в виде консольной балки. Упругим элементом является как сама балка, так и металлические трубопроводы, подводящие к двигателю топливо, которые вносят погрешность при измерении тяги. Чтобы исключить эту погрешность, следует в качестве упругих элементов использовать подводящие трубопроводы. Расчетной схемой такого силоизмерительного устройства является статически неопределимая балка с двумя заделками, испытывающая изгиб с кручением.



Статическая неопределимость раскрывается методом сил. Используя IV теорию предельных напряженных состояний, для изгиба с кручением получим условие прочности для упругих элементов

$$\sqrt{\left(\frac{Pl}{8}\right)^2 + 0.75 \cdot \left(\frac{M_E}{2}\right)^2} \leq [\sigma] \cdot \frac{\pi D^3}{32} \left[1 - \left(\frac{d}{D}\right)^4\right]$$

Определив угол закручивания трубопровода и умножив его на длину якоря датчика перемещения, получим условие чувствительности для упругого элемента

$$\frac{M_E \cdot l}{4G \cdot \frac{\pi D^4}{32} \left[1 - \left(\frac{d}{D}\right)^4\right]} \cdot L_B \geq \delta$$

где P – тяга двигателя, M_E – крутящий момент тяги двигателя относительно трубопровода, l – длина трубопроводов, D и d – соответственно внешний и внутренний диаметры трубопровода, L_B – длина якоря датчика перемещения, δ – чувствительность индуктивного датчика.

Назначение поперечных размеров и марки материала трубопроводов производится в соответствии с условиями прочности и чувствительности.