

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ УРОВНЕМЕРОВ КОМПОНЕНТОВ ТОПЛИВА В БАКАХ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ

©2016 А.Г. Гимадиев, П.И. Грешняков, А.В. Мухаметзянов, А.В. Уткин

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

TEST BENCH FOR FUEL COMPONENTS LEVEL METER IN CARRIER ROCKET TANK

Gimadiev A.G., Greshnyakov P.I., Muhametzyanov A.V., Utkin A.V. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

Schematic construction of the test bench for level meter of fuel components tested in the conditions close to those on carrier rocket is described. As a drive of bench is used a Stewart mobile platform. It allows to create a spatial motion of the fuel tank model. The bench allows to simulate the low-frequency axial vibration and to change spatial locations of the tank, according to the trajectory of the rocket.

Основной задачей систем управления расходом топлива (СУРТ) из баков ракет-носителей (РН) является обеспечение требуемого соотношения массовых расходов и минимизация гарантийного запаса топлива к моменту выключения двигателей [1]. Расогласование расходов компонентов топлива оценивается посредством сравнения показаний уровнемеров, установленных в баках РН [2]. На точность функционирования СУРТ оказывает влияние ряд случайных возмущений, в том числе погрешность уровнемеров, представляющих собой трубы небольшого диаметра, установленные в баке, внутри которых дискретно по высоте расположены чувствительные элементы (ЧЭ). При прохождении уровня жидкости мимо ЧЭ, последний вырабатывает сигнал. Труба уровнемера сообщается с полостью бака успокоителями меньшего диаметра, имеющими выходы в диаметрально противоположных точках бака. Особенности течения жидкости в трубе уровнемера и её расположение относительно продольной оси бака, наличие успокоителей и внутрибаковых устройств, эволюция корпуса РН во время полёта влияют на погрешность уровнемеров [3, 4]. Повышение требований к РН по точности выведения полезной нагрузки в космос и уменьшение негативного воздействия на природу в районах падения отработавших ступеней обусловили необходимость разработки специального стенда для исследования влияния возмущающих воздействий на функционирование уровнемеров. Снижение погрешности уровнемера позволяет увеличить дальность полёта РН и массу полезной

нагрузки за счёт снижения гарантийного запаса топлива.

Стенд состоит из следующих основных частей: модельного 1 и сливного 2 баков, платформы Стюарта 3 и блока управления 4 (рис. 1). Заправка сливного бака 2 с системой контроля уровня (СКУ) 5 обеспечивается подводом жидкости через заправочный вентиль 6 и успокоительную перегородку 7. Заправка модельного бака 1 производится насосом-дозатором 8, перекачивающим жидкость из сливного бака 2 в модельный бак 1. По датчику заправки 9 выдаётся сигнал в блок управления 4, который закрывает заправочный электромагнитный клапан (ЭМК) 10 и открывает запорный ЭМК 11, останавливая при этом насос-дозатор 8. Статическая калибровка уровнемера 12, относительно которой проверяется его работоспособность при наличии возмущающих воздействий, определяется проливкой. Блок управления 4 включает насос-дозатор 8 на малом расходном режиме. Затем происходит одновременное закрытие переливного ЭМК 13 и открытие пускового ЭМК 14, жидкость перекачивается из модельного бака 1 в сливной бак 2 насосом-дозатором 8.

Сигналы от уровнемера 12, установленного в модельном баке 1, записываются в память блока управления 4. По указанным сигналам строится калибровочная характеристика уровнемера 12 (рис. 2): $h_{\text{калиб}} = f(h_{\text{ску}})$, где $h_{\text{калиб}}$ – уровень жидкости в модельном баке 1 по показаниям уровнемера 12; $h_{\text{ску}}$ – уровень жидкости в сливном баке 2 по показаниям СКУ 5.

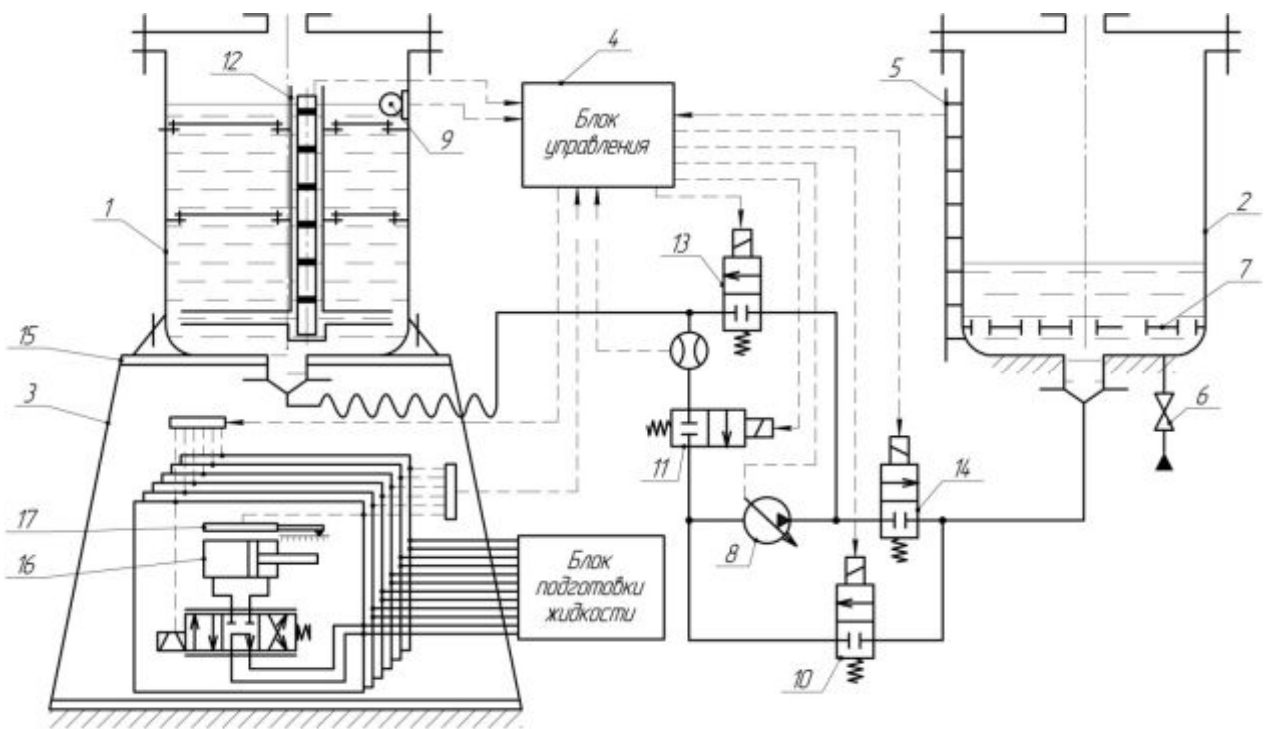


Рис.1. Принципиальная схема стенда

Испытание работоспособности уровнемера 12 производится при возмущающих воздействиях в виде низкочастотных осевых вибраций модельного бака 1, изменения в пространстве его положения в соответствии с траекторией полёта РН. Такое имитирование возможно благодаря конфигурации платформы Стюарта 3, подвижная площадка 15 которой обладает шестью степенями свободы. Изменение положения модельного бака 1 производится за счёт выдвигания и уборки штоков гидроцилиндров 16 с датчиками положения 17.

По экспериментальным данным строится зависимость показаний уровнемера 12 от показаний SKU 5 (рис. 2). Если показания уровнемера 12 $h_{тек}$ не выходят за пределы допустимого разброса $\pm\Delta h$, обозначенного относительно калибровочной характеристики $h_{калиб}$, то считается, что уровнемер 12 работоспособен в условиях, приближенных к эксплуатационным.

Библиографический список

1. Челомей В.И. Пневмогидравлические системы двигательных установок с жидкостными ракетными двигателями. М.: Машиностроение, 1978. 239 с.
2. Галеев А.Г. Основы устройства испытательных стендов для отработки жидкостных ракетных двигателей и двигательных установок. Изд-во ФКП «НИЦ РКП», 2010. 178 с.
3. Гимадиев А.Г., Одинокоев Д.А., Стадник Д.М. Исследование погрешности уровнемера терминальной системы синхронного опорожнения баков ракеты-носителя // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. Т 17, №2(4). С. 746-751.
4. Мазуренко В.Б. Модель процесса измерения уровня жидкого топлива в условиях качки // Системные технологии. 2014. Т. 5(94). С. 25-36.

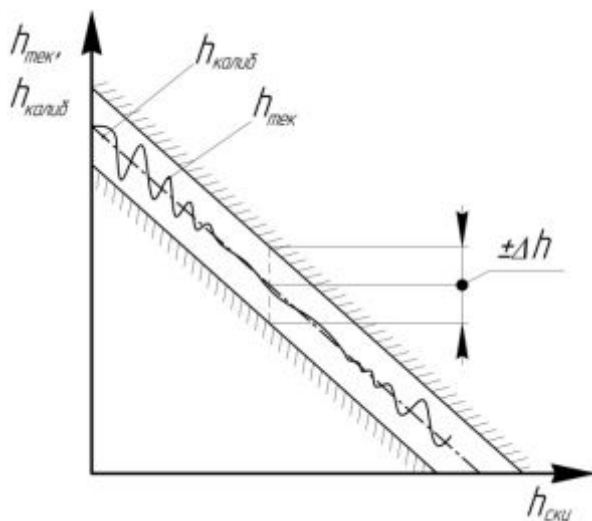


Рис.2. Зависимость показаний уровнемера от показаний SKU