

УДК 620.165.29

А. Н. Бабий, Ю. С. Тищенко, А. А. Могилевцев

МЕТОД ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Рассмотрен метод дистанционного контроля герметичности разъемных соединений гидросистем ракет-носителей при помощи масс-спектрометра на стартовом комплексе в условиях ограниченного доступа к элементам гидросистем. Для выполнения контроля предусматривается дополнительная конструктивная доработка гидросистем перед вывозом изделия на стартовую позицию.

Розглянуто метод дистанційного контролю герметичності роз'ємних з'єднань гідросистем ракет-носіїв за допомогою мас-спектрометра на стартовому комплексі в умовах обмеженого доступу до елементів гідросистем. Для виконання контролю передбачається додаткове конструктивне дороблення гідросистем перед вивезенням виробу на стартову позицію.

The remote control method of launch vehicle hydrosystem detachable joints airtightness by mass spectrometer at the Launch Complex in conditions of limited access to hydrosystem elements is under consideration. The additional design development of hydrosystems prior to article roll-out to the launch side is provided for control.

Работоспособность и высокая надежность ракет-носителей в значительной степени определяются прочностью и герметичностью всех видов соединений. Герметичность пневмогидравлических систем должна обеспечиваться на всех этапах изготовления и сборки ракет-носителей. При этом испытания на герметичность различных подсистем пневмогидравлической системы (ПГС) РН являются одним из наиболее ответственных этапов проверки их работоспособности.

На этапе наземной экспериментальной отработки РН проходит комплексные испытания, во время которых проводятся заправка и слив компонентов топлива и нагружение эксплуатационными нагрузками. После комплексных испытаний возникает необходимость в проверке герметичности разъемных соединений систем расхода и заправки окислителя и горючего на стартовом столе. Основной задачей проведения контроля герметичности является подтверждение работоспособности элементов конструкции гидросистем после комплексных испытаний.

Для выполнения работ по проверке герметичности разъемных соединений пневмогидравлических систем наиболее эффективным методом контроля герметичности

является масс-спектрометрический метод с использованием контрольного газа. Масс-спектрометрический метод является наиболее чувствительным с точки зрения выявления течей. В основе метода лежит применение масс-спектрометра для регистрации пробного газа, который поступает в течеискатель от источников негерметичности объектов, подлежащих испытанию. При испытании масс-спектрометрическим методом в качестве пробного газа применяется в основном гелий, а в качестве контрольной среды – воздушно-гелиевая или азотно-гелиевая смесь.

Проведение проверки на стартовом столе, где ограничен доступ к элементам конструкции ПГС РН, предусматривается путем дистанционного контроля герметичности с использованием масс-спектрометра. Для решения поставленной задачи перед вывозом изделия на стартовую позицию проводится предварительная конструктивная доработка гидросистем. Доработка заключается в установке технологических трубопроводов из прозрачной пластмассы с внутренним диаметром 6-8 мм на проверяемые разъемные соединения. С одной стороны технологический трубопровод устанавливается в районе проверяемого соединения, с другой – выводится в район крыш-

ки люка РН с условием доступа к люку при проведении работ по контролю герметичности на стартовом столе. Материал технологических трубопроводов достаточно прочный и стойкий к воздействию различных температур, а также обладает достаточной гибкостью, что позволяет проложить данные трубопроводы вдоль гидросистем и элементов конструкции. Схема установки технологических трубопроводов на разъемные соединения представлена на рис. 1.

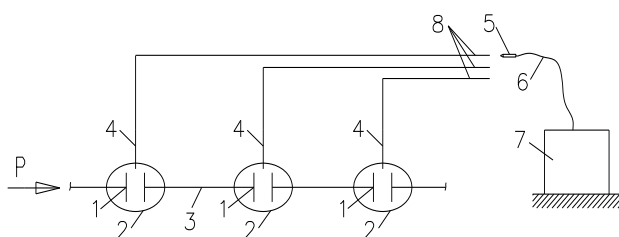


Рис. 1. Схема установки трубопроводов из прозрачной пластмассы на разъемные соединения: 1 – фланцевые разъемные соединения; 2 – объемы накопления; 3 – магистраль гидросистемы; 4 – технологический трубопровод; 5 – шуп; 6 – шланг; 7 – течейскатель; 8 – выход технологического трубопровода в район крышки люка РН

Контролю герметичности подвергаются разъемные соединения систем окислителя и горючего: фланцевые соединения расходных и заправочных магистралей.

Для контроля герметичности разъемных соединений магистралей системы горючего установка технологических трубопроводов из пластмассы проводится следующим образом.

На контролируемые разъемные соединения устанавливаются объемы накопления из полиэтиленовой пленки, сложенной в несколько слоев (от двух до четырех слоев). Трубопроводы из прозрачной пластмассы вводятся под полиэтиленовую пленку в двух диаметрально расположенных точках. Перед установкой данные трубопроводы проверяются на проходимость путем продувки воздухом давлением 5 кгс/см^2 . Края пленки и место ввода трубопроводов крепятся и герметизируются липкой лентой типа скотч (рис. 2). С другой стороны трубопровод выводится и закрепляется в доступном месте в районе крышки люка.

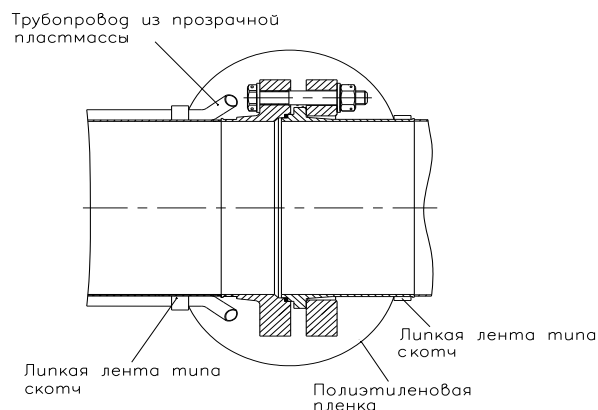


Рис. 2. Установка трубопровода из прозрачной пластмассы в объем накопления

Для контроля герметичности разъемных соединений магистралей системы окислителя, находящихся под теплоизоляционным покрытием, установка технологических трубопроводов проводится следующим образом.

В районе проверяемого соединения в теплоизоляционном покрытии предварительно делается отверстие необходимого диаметра, через которое вводится игла, установленная на технологическом трубопроводе (рис. 3). Используется игла с внутренним диаметром 1-1,5 мм, длиной не менее 70 мм. Установка иглы на технологический трубопровод проводится при помощи клея и банджа (рис. 4). Перед установкой данные трубопроводы проверяют на проходимость путем продувки воздухом давлением 5 кгс/см^2 .

В месте прокола игла закрепляется при помощи материи АНЗМс и ленты ЛЭС и герметизируется клеем. С другой стороны трубопровод выводится и закрепляется в доступном месте в районе крышки люка. При этом длина трубопровода обеспечивает его свободный выход после снятия крышки люка не менее 200 мм.

На изделии трубопроводы из прозрачной пластмассы прокладывают вдоль магистралей гидросистем, элементов конструкции и закрепляют по месту лентой ЛЭС, концы ленты крепят клеем.

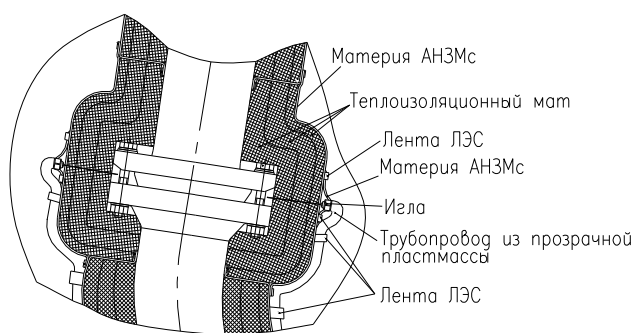


Рис. 3. Установка иглы в разъемное соединение под теплоизоляционное покрытие

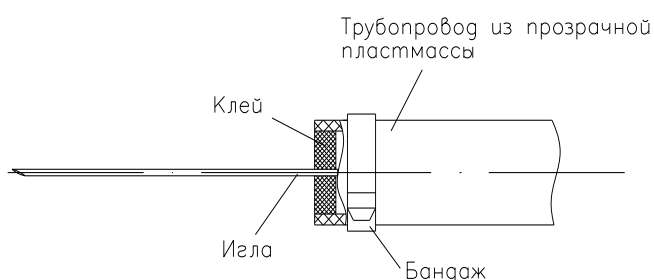


Рис. 4. Установка иглы на трубопровод из прозрачной пластмассы в объем накопления

Использованная конструктивная доработка гидросистем позволяет при помощи масс-спектрометра дистанционно провести контроль герметичности разъемных соединений в условиях ограниченного доступа к соединениям. Масс-спектрометр устанавливается на выходе технологических трубопроводов, выведенных в люк отсека РН. Проверяемые магистрали ПГС заполняются контрольным газом под давлением. В качестве контрольного газа для проверки разъемных соединений окислителя используется 10 %-ная воздушно-гелиевая смесь (10 % гелия, 90 % воздуха) или чистый гелий (100 % – гелий), для проверки разъемных соединений горючего используется 10 %-ная азотно-гелиевая смесь (10 % азота, 90 % гелия).

После определенной выдержки гидросистем под давлением при наличии негерметичности в разъемных соединениях контрольный газ попадает в технологические трубопроводы. Путем ввода щупа, соединенного шлангом с гелиевым течеискателем, на выносном приборе течеискателя

регистрируются показания утечки. Таким образом, контроль герметичности проводится на выходе из технологического трубопровода для каждого разъемного соединения. Значение утечки не должно превышать допустимую норму негерметичности, устанавливаемую для каждого разъемного соединения.

Результаты, полученные при дистанционном методе контроля, позволяют оценить работоспособность разъемных соединений после проведения комплексных испытаний в условиях ограниченного доступа к элементам РН.

Данный метод позволяет провести высокочувствительный контроль суммарной герметичности разъемных соединений при возможном наличии повышенного уровня фона гелия в отсеках РН.

Список использованной литературы

1. Волков В. П., Кулик А. В. и др. Технологические процессы испытаний на прочность и герметичность в производстве ракетно-космической техники/ Под ред. Л. Д. Кучмы. – Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2014. – 264 с.
2. Санін Ф. П. та ін. Герметичність у ракетно-космічній техніці: Підручник/ Ф. П. Санін, Є. О. Джур, Л. Д. Кучма, В. А. Найдюнов. – Дніпропетровськ: Вид-во ДДУ, 1995. – 168 с.
3. Бабкин В. Т., Зайченко А. А. и др. Герметичность неподвижных соединений гидравлических систем. – М.: Машиностроение, 1977. – 120 с.
4. ОСТ 92-1527-89. Контроль герметичности изделий с применением масс-спектрометрических гелиевых течеискателей. Методы испытаний. – 138 с.

Статья поступила 25.05.2017