УДК 629.7: 504.5

ОСУШКА И ОЧИСТКА ТОПЛИВНЫХ БАКОВ И МАГИСТРАЛЕЙ РАКЕТ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*С. И. Белоусова, , 1Е. С. Качурина*

Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

*В данной статье предлагается рассмотреть использование единого методического подхода к очистке и осушки элементов топливных отсеков ступней ракет космического назначения (РКН), магистралям, агрегатам и узлам на этапах изготовления и в полёте.*

*Ключевые слова: топливный бак, топливная магистраль, ракета космического назначения, осушка, очистка*

Проведённый анализ существующих технологических решений по проблеме очистки топливных систем (РКН) при изготовлении, ремонте, на производстве: проведение различных испытаний консервация, расконсервация и т.д.; в полёте: удаление остатков топлива из баков и магистралей ступеней РКН после выключения маршевого двигателя; выявил то, что существует ряд научно-технических проблем [2].

В городе Омске на производственном объединении (ПО) "Полёт" планируется изготовление ракет космического назначения (РКН) семейства "Ангара", соответственно, вопросы осушки и очистки топливных баков и магистралей в процессе изготовления является одной из затратных операций, поэтому нужны экологически безопасные методы.

Очистка агрегатов и узлов, топливных отсеков ступеней РКН в условия производства связано с использованием озоноразрушающих веществ, например, хладона ХФУ-113, что является предметом международных ограничений.

Критическим для ракетно-космической деятельности стал ввод запрета на производство и потребление хладона ХФУ-113 [1] в промышленности. «Являясь универсальным растворителем, обладающим высокими технологическими и потребительскими качествами, хладон ХФУ-113 широко используется в технологиях очистки-обезжиривания, контроля прочности и герметичности в производстве узлов и агрегатов изделий ракетно-космической техники, в том числе: расходной арматуры, топливных баков, прецизионных гироблоков и акселерометров систем управления, других приборов и систем точной механики».

Итак, основной из нерешенных проблем осталась проблема обеспечения потребностей отрасли хладоном ХФУ-113, поскольку его накопленные запасы исчерпаны, а приемлемых альтернатив для ряда областей его использования не найдено, до настоящего времени не получен отечественный озонобезопасный растворитель, который по своим физико-химическим свойствам, универсальности, технологическим и потребительским качествам мог бы полностью заменить хладон ХФУ-113 в технологических процессах, базирующихся на его использовании. Перевод отрасли на использование озоносохраняющих веществ принципиально неосуществим и вопрос о сроках полного прекращения применения организациями ракетно-космической промышленности озоноразрушающих веществ, регулируемых Монреальским протоколом, остается открытым [1].

Сброс неиспользуемых остатков топлива из баков и магистралей отработанных ступеней РКН не решает поставленной задачи по снижению техногенного воздействия пусков РКН, а только перераспределяет между сферами окружающей среды (атмосфера, грунты в районах падения).

Данной проблематике научное сообщество во всем мире уделяет внимание.

По результатам проведенного патентно-информационного поиска было обнаружено более 40 патентов и выбраны направления по способам осушки и очистки топливных систем РКН:

* использование их энергии для управления спуском ступени для утилизации невыработанных остатков компонентов ракетного топлива в отработанных ступенях ракет-носителей
* использование газификации остатков горючего в баке горючего и подаче их через магистрали посредством соединительных трубопроводов в бак окислителя и далее в окружающее пространство
* использование специальных водных растворов заданной концентрации из моющего средства, последующие ополаскивание, сушка и дегазация внутренней поверхности
* обработка нагретыми обезжиривающими реагентами при непрерывном перемешивании с последующей промывкой водой
* использование криогенных жидкостей
* использование летучих растворителей, поворотных устройств
* использование тепловой обработки окалины, сопровождающуюся переходом масла в паровую фазу, и удаление масла из зоны тепловой обработки
* использование ультразвуковых пьезоэлектрических преобразователей и демпфера паразитных изгибных колебаний
* использование газожидкостного потока
* подача азотированного топлива в топливные баки, циркуляцию через баки и слив топлива из баков
* нагрев и очистка производится водяным паром с использованием парогенератора и т.д.

В [4] способе промывке баков, топливные баки оборудованы сливными клапанами, системой дренажа и наддува баков, системой закрытой заправки, содержащий ввод азота в топливо, подачу азотированного топлива в топливные баки, циркуляцию через баки и слив топлива из баков. Ввод азота в поток топлива осуществляется через пористо-капиллярную 0,5-2-микронную стенку цилиндрического удлиненного фильтра, причем топливо закручивается вокруг фильтра, создавая вихревой поток. Данный вихревой поток топлива авторы предлагают дополнительно турбулизировать.

В [5] описан процесс промывки изделий газожидкостным потоком, в котором имеется расходный бак с установленным в нем газоотделителем, насос, магистраль всасывания, магистраль нагнетания, магистраль слива, систему фильтров, завихритель, приборы контроля. Авторы предлагают выполнить расходный бак герметичным, а газовую полость бака подсоединить к всасывающему патрубку насоса.

В заявляемом способе [6] очистки летучим растворителем баков жидкостных ракет, очищаемое изделие устанавливается на поворотное устройство, которое позволяет производить вращение его корпуса вокруг продольной, горизонтально расположенной оси, баковые полости изделия частично заполняются растворителем, в процессе очистки производится вращение изделия вокруг горизонтальной оси, нижняя зона корпуса изделия, контактирующая с заполняющим бак растворителем, подвергается подогреву, а наружная поверхность баков подвергается охлаждению.

Модуль ультразвуковой очистки содержит камеру мойки, которая выполнена в виде соединенных посредством фланцев патрубков-резонаторов ультразвуковых колебаний различной или одинаковой частоты, имеющих акустическую развязку друг с другом в виде упругоэластичных вставок между фланцами, а с внешней стороны к патрубкам-резонаторам крепятся ультразвуковые излучатели [7].

По результатам рассмотрения, изучения и анализа патентно-информационной базы, основываясь на таких критериях как осушка и очистка топливных баков, были сравнены направления и выбрано наиболее приоритетное.

Данным направлением явилось исследование, использующее в качестве осушки и очистки топливных систем объединение двух направлений, таких как ультразвуковая очистка и подача газа, жидкости с заданными физико-химическими свойствами в замкнутые объёмы, обусловленное тем, что не малая часть из найденных патентов рассматривало именно такую систему.

Основным моментом предлагаемой технологии является синтез заданных физико-химических параметров (температуры, массовый секундный расход, теплоёмкость, химический состав) подаваемых теплоносителей для нейтрализации каждого из баков и параметров ультразвукового воздействия (частоты и амплитуды) на подаваемый теплоноситель или конструкцию очищаемого объекта.

Данная методика основана на разработке Омского конструкторского бюро (КБ) “Полёт”, по нейтрализации топливных баков ракет после слива горючего несимметричного диметилгидразина (НДМГ), путем применения ультразвуковых технологий [1]. Метод ультразвуковой нейтрализации создавался и был практически отработан при совместной работе КБ ПО «Полет» НИИТМ и полигоном Капустин Яр. В основу метода были заложены опытно-конструкторские работы (ОКР), проводимые на полигоне “Капустин Яр” по отработке жидкостью метода нейтрализации топливных систем. Другой элемент методики основан на подаче горячих теплоносителей в топливные баки отработанной ступени после выключения маршевого ЖРД и газификации остатков топлива в условия пассивного полёта.

Библиографический список:

1. Шатров, Я. Т. Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности / Я. Т. Шатров.- Королев ; М. : ЦНИИмаш, 2010.-261с.

2. Трушляков В.И., Шатров Я.Т., Шалай В.В. Снижение техногенного воздействия ракетных средств выведения на жидких токсичных компонентах ракетного топлива на окружающую среду: монография/под ред. В.И, Трушлякова. Омск: из-во ОмГТУ, 2004. 220 с.

3. Пат. 2414391 РФ. Способ спуска отделяющейся части ступени ракеты космического назначения и устройство для его осуществления; ОмГТУ/ Трушляков В.И., В.Ю. Куденцов, Я.Т. Шатров, И.В. Агапов - № 2009123768/11; заявл. 22.06.09; опубл. 20.03.11, Бюл. № 8.

4. Пат. 2289482 РФ. Способ промывки топливной системы самолета, комплекс и аппарат газонасыщения для его осуществления; ОАО "НИАТ"/ О. С. Сироткин, В. В. Плихунов, В. П. Пушков, Р. Г. Тимиркеев - № 2005109348/12, заявл. 01.04.2005; опубл. 20.12.2006, Бюл. № 11

5. Пат. 2414309 РФ. Стенд для промывки изделий газожидкостным потоком; ФГУП "Научно-исследовательское проектно-технологическое бюро "Онега"/ Е. М. Аин, А. Г. Горобец, А. В. Агеев, С. Н. Долгобородова и др., - № 2006121622/63, заявл. 19.06.2006; опубл. 20.03.2011, Бюл. № 8.

6. Пат. 2447958 РФ. Способ очистки; ОАО "Научно-исследовательский институт "Гермес" / В. С. Морозов, Е. В. Кожевников, П. П. Осинцев, В. В. Самарьян, - № 2010138214/05, заявл. 15.09.2010; опубл. 20.04.2012, Бюл. № 11.

7. Пат. 2393928 РФ, Комплексный модуль ультразвуковой очистки длинномерных изделий; ООО "Александра-Плюс" / Н. М. Лебедев, А. С. Левадный, В. В. Жбанников, - № 2009106873/12, заявл. 26.02.2009; опубл. 10.07.2010 Бюл. № 19.