

При этом для регистрации статических деформаций отключается от источника питания электромагнитное устройство 10 (рис.1). Одновременное использование двух источников излучения одной длины волны позволяет повысить качество получаемых интерферограмм (рис.2).

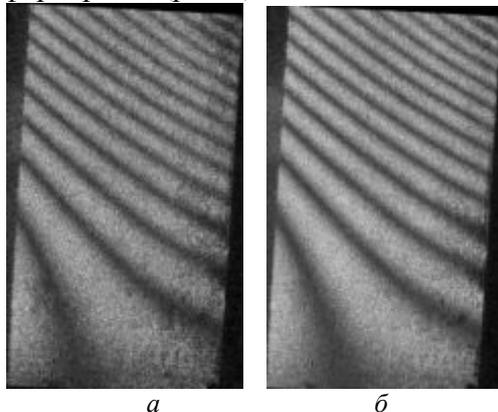


Рис.2. Спекл – интерферограммы деформационного поля перемещений при статическом нагружении рабочей лопатки 7-й ступени компрессора, полученные с использованием: а) одного источника излучения; б) двух источников излучения

Использование двух источников излучения с различной длиной волны позволяет

увеличить количество экспериментальных точек при определении поля перемещений (рис.3).

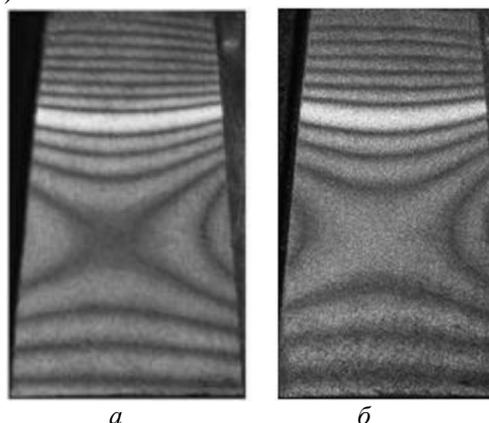


Рис. 3. Спекл – интерферограммы колеблющейся на частоте 2233 Гц лопатки направляющего аппарата 7-й ступени компрессора, полученные с помощью установки на рис. 1: а) $\lambda_1=532$ нм; б) $\lambda_2=632,8$ нм

Таким образом, разработан двухдлинноволновый ЦСИ для исследования статических и динамических деформаций. Применение этой установки позволяет увеличить количество получаемых экспериментальных точек для определения поля перемещений.

УДК 504.06 / 629.78

СПЕЦИФИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И СПОСОБЫ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ИХ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

©2016 И.Ю. Веретенников, С.С. Воробьева

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

SPECIFIC IMPACT OF ROCKET PROPELLANT ON THE ENVIRONMENT AND METHOD OF NEUTRALIZING NEGATIVE EFFECTS

Veretennikov I.Yu., Vorobyeva S.S. (Moscow Aviation Institute - National Research University, Moscow, Russian Federation)

Rocket-space activities (RSA) is a very important component of the modern world, which provides innovations for our lives. However, for many years environmental problems resulting from the rocket and space activities remained without proper attention. Today, a number of developments are carried, aimed at improving the environmental performance of rocket and space technology. Task neutralize the effects of the negative impact of the RSA on environment is one of the most relevant for environmental engineers and engine designers, developers. In fact, there aren't 100% neutralization method of dimazine.

However, there are a number of difficulties due to the limited use of ecology clean fuels and the impossibility of a complete renunciation of toxic fuel components such as unsymmetrical dimethylhydrazine (UDMH) + nitrogen tetroxide (NTO) and basic solid fuels. Because of their high energy performance, high specific impulse as well as due to long term storage in the filled state without loss of performance and agility run, the ability to self-ignition.

The article discusses aspects of the specific impact of the RSA on operating at different weaken-reinforcing factors, including the stages of preparation of the launch vehicle and the space tugs, studied the various existing and promising ways of neutralizing spills of parts of rocket propellant, analyzed the main problems associated with the neutralization of toxic parts of rocket propellant, produced analysis of technological schemes, describing the life cycle expendable launch vehicle and processes deactivating the toxic action of rocket fuel.

Ракетно-космическая деятельность (РКД) на сегодняшний день является одной из важнейших отраслей науки и техники. Связь, телевидение, навигация, метеорология, астрономия, перспективные исследования - это лишь малая часть практического результата РКД. Тем не менее очень долгое время экологические проблемы, образующиеся в результате этой деятельности, оставались невидимыми для большинства людей – о них знали только лишь узкие специалисты. Новые разработки не учитывали экологических факторов.

Однако сегодня в промышленности наблюдается тенденция «экологизации» производств. Космическая индустрия не осталась в стороне: реализуются программы по выбору оптимальных трасс пусков, активно разрабатываются проекты по очистке космического пространства от мусора, прорабатываются варианты отказа от токсичных компонентов топлива.

РКД характеризуется многообразием факторов воздействия на окружающую среду, имеющих комплексный характер, а также существенно зависящих от конкретных условий. Вредное воздействие на окружающую среду (ОС) пролонгировано на протяжении всего производственно-эксплуатационного цикла ракетно-космической техники (РКТ).

Стоит отметить, что каждый этап связан со своими рисками и негативными влияниями на ОС. Так, на основе анализа схем технологических процессов подготовки ракет-носителей (РН) и разгонных блоков (РБ) к пуску можно сделать вывод о наличии неблагоприятных факторов, в том числе проливов, испарений токсичных компонентов ракетного топлива (КРТ) и электромагнитного загрязнения среды, уже на этапе наземной подготовки.

Во время полёта РН происходит отделение ступеней, сопровождающееся разливами токсичных КРТ. Да и сам факт отчуждения земель под РКД, несомненно, уже можно считать фактом неблагоприятного воздействия на ОС. Наиболее значимые и серьёзные экологические последствия связаны с аварийными и штатными ситуациями. Таким образом, токсичные КРТ вносят самый существенный вклад в загрязнение природной среды как в районе старта

РН, так и на протяжении всей трассы пуска, а нейтрализация последствий такого негативного воздействия на окружающую среду является одним из наиболее актуальных вопросов как для инженеров-экологов, так и для разработчиков двигателей нового поколения с возможностью их многократного использования.

Нейтрализация ракетного топлива сопряжена с рядом трудностей. Первая проблема, с которой связаны самые большие экологические проблемы РКД, заключается в том, что крайне токсичная пара азотный тетроксид (АТ) и несимметричный диметилгидразин (НДМГ) остаётся в эксплуатации до сих пор. В частности, РН «Протон» российского производства – самая экономически выгодная РН в мире – заправляется этими компонентами. Важно заметить, что сегодня не существует метода 100% нейтрализации НДМГ.

Другая трудность носит утилитарный характер. В ряде случаев, и в военных применениях, ракетам предъявляются такие требования, как продолжительный срок хранения в заправленном состоянии без потери эксплуатационных качеств и оперативность запуска, которым отвечают топливные пары на основе токсичного гептила, а также классические виды твёрдого топлива. Перечисленными требованиями ограничивается применение экологически чистого топлива в данном классе ракет.

Для нейтрализации проливов сегодня применяются следующие методы: химические методы нейтрализации; биохимическое окисление; радиационный метод; электрохимическое окисление; адсорбционный метод; термический метод; каталитическое обеззараживание паров НДМГ; абсорбция паров НДМГ; разбавление проливов НДМГ водой до уровня предельно допустимой концентрации (ПДК).

Химические методы являются основными для очистки вод и грунтов, заражённых всеми видами ракетного топлива. Касательно НДМГ, в основе всех химических методов обезвреживания сточных вод лежит способность гептила к окислению, а нейтрализация хлорными окислителями - основной механизм.

Для нейтрализации проливов АТ и НДМГ в грунт используется водный раствор аммиака с концентрацией 10% - летом и 25% - зимой. Норма расхода указанного раствора на 1 кг проливов АТ - 7,6 кг - летом и 3,1 кг - зимой.

Среди перспективных методов нейтрализации негативного воздействия стоит отметить: загущение горючих гидразиновых класса применением структурообразователей и локализаторов; применение сорбентов с высокой эффективностью для целей локализации проливов. Основными тенденциями

при этом является поиск наиболее дешёвых и эффективных материалов и совершенствование технологий их регенерации и утилизации.

Перед индустрией РКТ сегодня остро стоит два важных вопроса, связанных со специфическим воздействием на ОС: превентивная защита от нештатных ситуаций, возложенная на конструкторов РН и РБ; нейтрализация последствий нештатных ситуаций, катастроф и факторов, сопутствующих повседневной РКД, в том числе токсичного действия КРТ.

УДК 504.06 / 629.78

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

©2016 А.В. Тимошенко, С.С. Воробьёва, Н.В. Беляева

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

VITAL QUESTIONS OF ROCKET PROPELLANT APPLICATION AND ITS ENVIRONMENTAL IMPACTS

Timoshenko A.V., Vorobyeva S.S., Belyaeva N.V. (Moscow Aviation Institute - National Research University, Moscow, Russian Federation)

Analysis of the current state of launch vehicles (SV) shows that the existing launch vehicles (LV) during emergency situations do not satisfy the requirements of environmental safety of using CT, the regulated by normative and technical documents, this involves the use of highly toxic components of rocket fuel (MCT). Liquid propellant affect many processes that are using toxic components adds additional costs to ensure environmental safety. Among main requirements for engines to use multiple flight release requirements for rocket fuel: low cost, environmental safeness, a wide source of raw materials, used in other industries, high power characteristics, reliability and trouble-free. Thus meet environmental requirements already mastered fuel compositions: kerosene and oxygen, oxygen and hydrogen, oxygen and methane. Despite all difficulties of using clean fuels, the possibility and expediency of creation engines with fuel, supported by design studies, experimental studies and already developed engines: RD-192 (NPO "Energomash" based on RD-191), the RD-182 (NPO "Energomash" based on RD-120K), the RD-0146 (KBKhA), RD0162 (KBKhA), KVD1 (KBHIMMash), C5.86.1000-0 (KBHIMMash) and other. We have analyzed the characteristics listed toxic and environmentally friendly fuel compositions, the specifics of their application, as well as the analysis of the environmental impacts of used fuel vapor.

Существование современной цивилизации немислимо без использования результатов космической деятельности (РКД): навигации, связи, изучения ресурсов Земли, промышленности, разведки, телевидения, астрономии, метеорологии, фармацевтики, медицины, новейших технологий в самых разных отраслях. Развитие земной цивилизации тесно связано с дальнейшим расширением сферы освоения и использования космического пространства всем человечеством, что в перспективе связано с ростом количества запускаемых искусственных аппаратов

Земли, использованием ракет разных классов с полезными нагрузками от сотен килограммов до десятков тонн, не наносящих ущерба экологии земного пространства.

Экологическая безопасность (ЭБ) использования ракетно-космической техники (РКТ) должна быть обеспечена на всех стадиях и этапах жизненного цикла РКТ: при разработке, испытаниях, производстве и эксплуатации, а также утилизации после снятия с эксплуатации, причём как при штатных, так и при аварийных режимах работы и производства изделий. Экологическая безопас-