

УДК 629.73

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ СОЗДАНИЯ АВАРИЕСТОЙКОЙ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ВЕРТОЛЁТА

© 2014 С.Н. Пермяков, Е.А. Савельев

Ульяновский филиал КБ ОАО «Гуполев»

Поступила в редакцию 08.09.2014

В статье рассмотрена проблема создания аварийстойких топливных систем вертолётов с использованием мягких ударостойких топливных баков. Предложены методы её решения, основанные на опыте зарубежных разработок. Перечислены инструменты современного проектирования.

Ключевые слова: топливная система, мягкие баки, деформация, отсечной клапан, гибкий шланг, эластомер

После аварийного падения вертолётов нередко случаи возникновения пожара на борту вследствие деформации конструкции топливных баков, короткого замыкания или контакта разлитого топлива с нагретыми предметами. В этом случае процент травматизма и смертности значительно возрастает. Между тем, раздел «Топливная система», пункт 29.952 авиационных правил АП-29 гласит, что конструкция топливных баков не должна иметь таких разрушений, которые могли бы вызвать течь топлива на источник возгорания, в пределах указанных нагрузок [3]. Например, расчётные перегрузки для топливных баков, расположенных сверху или позади отсеков экипажа или пассажиров, которые при отделении могут травмировать людей при аварийной посадке: (I) Вверх – 1,5 g, (II) Вперед – 8 g, (III) Вбок – 2 g, (IV) Вниз – 4 g [3].

Успешные разработки иностранными инженерами и опыт эксплуатации зарубежными авиакомпаниями ударостойких топливных систем [1, 2] для винтокрылых аппаратов подтвердили наличие технологий, практически исключающих смертность от пожаров при происшествиях с вертолетами, когда нет других угроз жизни. К настоящему моменту в России не ведётся никаких разработок, удовлетворяющих современным требованиям и нормам по мягким и ударостойким топливным бакам. Производства и технологии, соответственно, так же находятся на прежнем уровне ещё с советских времён. С учётом постоянно ужесточающихся норм и авиационных правил в нашей стране назрела необходимость скорейшего включения в работу по проектированию и освоению современного

производства ударостойких топливных баков. В виду наращивания темпов экспорта военной техники, а также по заявлениям руководства ОАК и экспорта гражданской авиации, наличие ударостойких топливных баков, исключающих возникновения пожара, просто обязательное условие.

Решение задачи. Для решения поставленной задачи необходимо принять ряд конструктивных мер, а также использовать современные материалы и программные продукты. Ниже перечислены конструктивные особенности с кратким описанием и иллюстрациями ударостойкой топливной системы.

В современных винтокрылых аппаратах применяются различные типы топливных баков и разной степени ударостойкости. Часть из них – это отсеки внутри фюзеляжа ЛА, загерметизированные покрытием (например: ячеистый пенополиуретан), предотвращающим расплескивание. Некоторые баки – это металлические канистры или контейнеры, которые отливаются из различных синтетических материалов, а также – большие пластиковые бутылки. Отечественные мягкие топливные баки выполняются путём склейки слоя эластомера (какая-либо керосиностойкая резина), слоёв клея и специальной прорезиненной ткани. Инженеры и ученые английской фирмы *GKN Aerospace* разработали новый композитный материал для топливных баков. Он обладает высокой надёжностью в случае ударного воздействия и плохо восприимчив к проколам и прочим точечным повреждениям. Для изготовления мягких топливных баков в аэрокосмической отрасли традиционно используются технологии многослойного склеивания композитных материалов и текстильных защитных слоёв. Это значительно усложняет производственный процесс. Разработанный материал производится на основе термопластичного полимера и содержит

*Пермяков Сергей Николаевич, инженер-конструктор.
E-mail: sp-denial@mail.ru*

Савельев Евгений Анатольевич, инженер-конструктор. E-mail: savel-29@mail.ru

внутри текстильный слой, повышающий ударо-стойкость материала при аварии. При наличии такого материала многократно снижается использование растворителей, содержащие летучие органические вещества. На рис. 1 показана схема уложения слоёв.

В результате аварии происходят значительные смещения и деформации конструкции

вертолета, что приводит к разрыву трубопроводных соединений и разливу топлива. Подобные утечки можно сократить за счёт использования самоуплотняющихся отсечных клапанов. Их разделяют на две основные группы: разрушаемые и быстроразъединяемые.

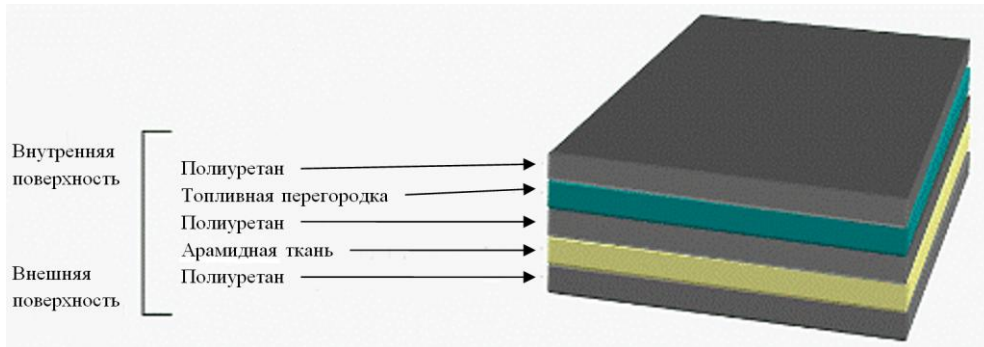


Рис. 1. Однослойный ударостойкий топливный материал

В первой группе отсечные клапаны, в процессе крушения, получают нагрузку от трубопроводов или шлангов, и, имея в своей конструкции самую “слабую точку” топливной системы разрушаются и останавливают отток топлива. Быстроразъединяемые отсечные клапаны не

разрушаются, а разъединяются и также останавливают отток топлива, например, в случае превышения максимально допустимой нагрузки на клапан или вследствие аварии. На рис. 2 и 3 показаны оба типа отсечных клапанов.

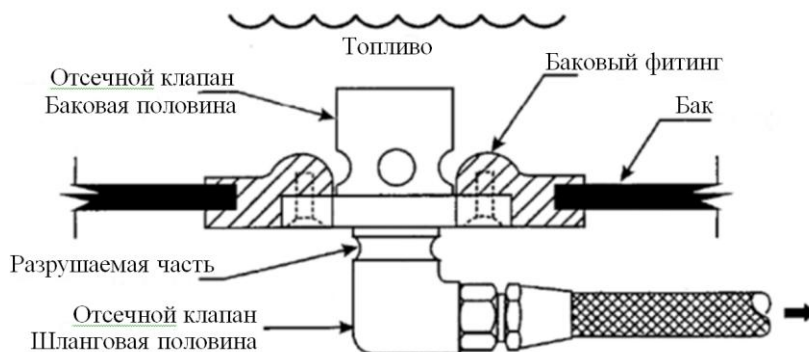


Рис. 2. Разрушаемый тип самоуплотняющегося отсечного клапана

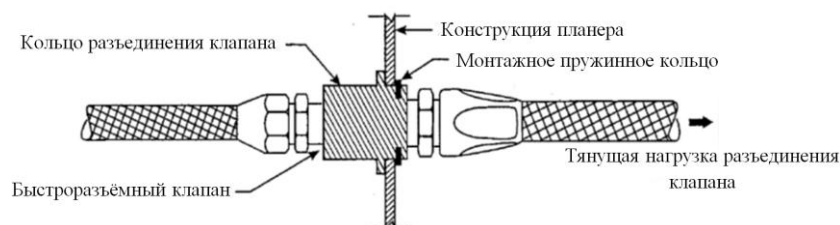


Рис. 3. Быстроразъединяемый клапан самоуплотняющегося отсечного клапана

При крушении металлические трубопроводы перерезаются окружающей конструкцией, разрываются вследствие смещения планера и перетираются другими металлическими элементами системы, что ведёт к разливу топлива. В

таких зонах настоятельно рекомендуется применять гибкие неметаллические шланги, бронированные стальной оплёткой. В топливных системах, где не установлены отсечные клапаны, необходимо применять гибкие шланги на 20-30%

длиннее, чем минимально необходимые конструкцией длины шлангов.

Компания Eaton совместно с холдингом «Вертолёты России» открыла производство гибких тефлоновых шлангов на территории России. Преимущество тефлоновых шлангов в сравнении с резиновыми заключается в длительном сроке службы, несмотря на высокую себестоимость изготовления. На рис. 4 показаны тефлоновые гибкие шланги.



Рис. 4. Тефлоновые шланги

Дренажные краны слива топлива вследствие своей конструкции и назначения расположены в самой нижней точке бака. При крушении вертолёта выступающие части дренажных отстойников разрушаются, и происходит утечка топлива. На рис. 5 показан пример крана слива остатков топлива, утопленный в бак. Чтобы

открыть кран, необходимо повернуть поворотную канавку. В момент крушения не происходит разрушения конструкции крана и не возникает течи.

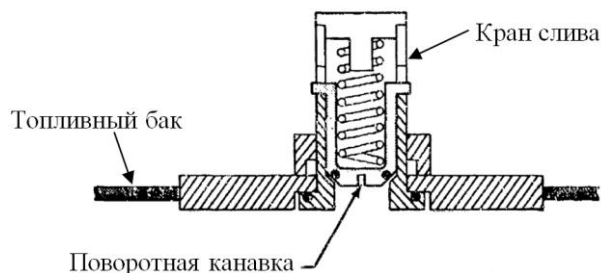


Рис. 5. Дренажный клапан, защищённый от открытия или повреждения при ударе

Использование современной технологии компьютерного моделирования – программных средств STAR-CCM+ фирмы CD-adapco, позволяет с высокой точностью и степенью детализации численно проанализировать сложные физические процессы, происходящие в топливной системе при крушении вертолёта. Результаты и методика моделирования процессов в гидравлической системе позволяют разработчикам на стадии проектирования наблюдать поведение жидкости в баке и устранять недочёты, повышая надёжность топливной системы и вертолёта в целом. На рис. 6, 7 показан современный графический интерфейс программы.

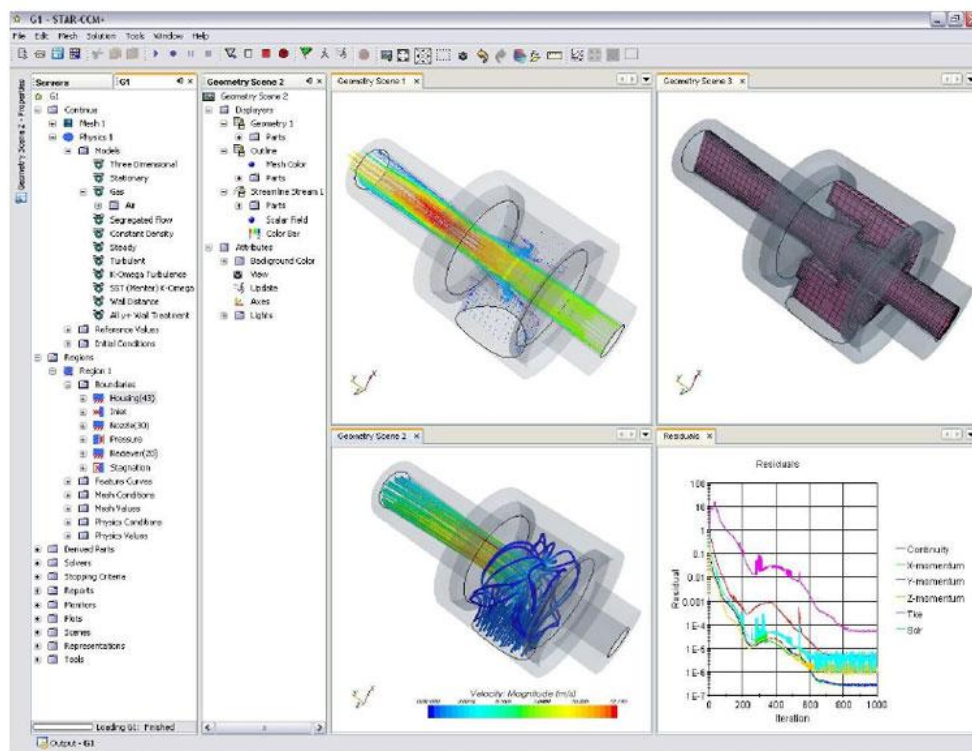


Рис. 6. Интерфейс Star-CCM+

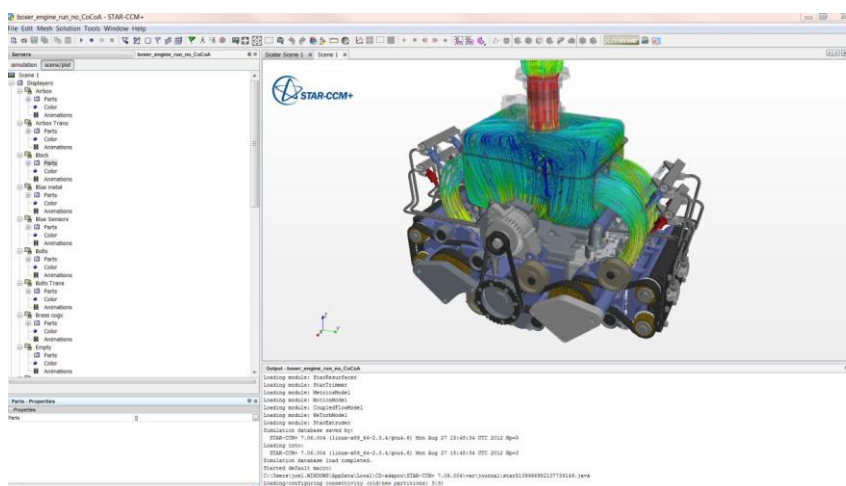


Рис. 7. Интерфейс Star-CCM+

Выводы: описаны конструктивные меры по созданию отечественных ударостойких топливных баков с использованием современных композиционных материалов. Предложен программный продукт, позволяющий с высокой точностью и степенью детализации численно проанализировать сложные физические процессы, происходящие в топливной системе и при крушении вертолета. Результаты и методика моделирования позволяют разработчикам на стадии проектирования наблюдать поведение

жидкости в баке и устранять недочёты, повышая надёжность топливной системы и ЛА в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Лецинер, Л.Б.* Проектирование топливных систем самолётов / *Л.Б. Лецинер, И.Е. Ульянов.* – М., 1975. 318 с.
2. *Шмыров, В.Ф.* Проектирование систем силовых установок летательных аппаратов / *В.Ф. Шмыров, Р.Ю. Цуканов, А.И. Рыженко* и др. – Харьков, 2010. 214 с.
3. Межгосударственный авиационный комитет. Авиационные правила, часть 29. 2003. 129 с.

RESEARCH THE PROBLEMS OF CREATION OF CRASH-RESISTANT HELICOPTER FUEL SYSTEM

© 2014 S.N. Permyakov, E.A. Savelyev

Ulyanovsk branch CB JSC “Tupolev”

In article the problem of creation the crash-resistant helicopter fuel systems with use the soft shockproof fuel tanks is considered. Methods of its solution, based on experience of foreign development, are proposed. Instruments of modern design are listed.

Key words: *fuel system, soft tanks, deformation, break-away valve, flexible hose, elastomer*

*Sergey Permyakov, Design Engineer.
E-mail: sp-denial@mail.ru
Evgeniy Savelyev, Design Engineer.
E-mail: savel-29@mail.ru*