

УДК 629.73:662.75003(075.8)

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ ТОПЛИВНЫХ БАКОВ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА НАКОПЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ЗАРЯДА ПРИ ЗАПРАВКЕ

Н.Е. СЫРОЕДОВ, В.Г. ПЕТУХОВ, Ф.Е. ШАРЫКИН, Э.Г. МАХМУДБЕКОВА

В статье приводятся результаты исследований влияния конструкции топливных баков воздушных судов на накопление электростатического заряда при заправке.

Ключевые слова: статическое электричество, топливный бак, воздушное судно, испытательный стенд, авиатопливо.

При проектировании систем заправки и топливных баков воздушных судов (ВС) должны учитываться электрические свойства топлива, которые влияют на требования к топливным системам и их безопасную эксплуатацию [1]. При заправке ВС существует вероятность воспламенения паров топлива от разрядов статического электричества, возникающих вследствие электризации топлива в оборудовании топливозаправочных средств (ТЗС) и в трубопроводных коммуникациях систем заправки ВС.

При проектировании комплекса авиатопливообеспечения ВС снижение электростатического заряда можно достичь разделением зон накопления и рассеивания зарядов. Основной зоной генерирования электростатических зарядов являются топливные фильтры средств заправки, остальные элементы оборудования системы, включая топливные баки ВС, можно рассматривать в качестве элементов накопления и релаксации электростатических зарядов [1].

Опыт обеспечения пожаровзрывобезопасности статического электричества в технологических процессах заправки топливом ВС показывает, что наряду с мероприятиями по снижению уровня генерирования электростатических зарядов в оборудовании ТЗС важным является предотвращение дополнительной электризации топлива в оборудовании ВС и снижение вероятности накопления зарядов в топливных баках при заправке [2].

В практике технологический процесс заполнения баков может проводиться по различным схемам, в частности при параллельном, последовательном и смешанном вариантах поступления топлива в баки. В первом случае топливо поступает одновременно во все баки, при последовательном и смешанном вариантах первоначально топливо поступает в один или несколько баков, а затем из них в остальные баки ВС. В последних вариантах возможно поступление топлива в одну из секций бака и последующее его перетекание в другие секции [1].

Для исследования опасности электризации топлива при заправке ВС по указанным вариантам заполнения баков в «Жуковской летно-испытательной и доводочной базе» были проведены исследования влияния секционирования бака [3]. Для этой цели был изготовлен полномасштабный стенд с многосекционным баком (рис. 1) размерами (2х2х1,2 м). Секционирование бака осуществлялось с помощью легкосъёмных перегородок, при этом обеспечивалось разделение на отсеки с разными габаритными размерами. В стендовых условиях топливо могло подаваться как через входное устройство одной из секций, так и одновременно через входные устройства во всех секциях или части секций. Входные наливные устройства располагались по центру секции. За счёт негерметичности перегородок топливо перетекало в секции, к

которым оно в эксперименте не подводилось. Входное устройство представляло собой участок «срезанной трубы». Поток топлива был направлен перпендикулярно днищу бака.

В каждой секции в центре верхней крышки устанавливался датчик напряжённости электрического поля, протарированный для замера потенциала поверхности топлива. Измерения потенциалов поверхности топлива проводились для вариантов заполнения одной секции бака, одновременно двух, трёх и четырёх секций.

Во всех экспериментах общая подача топлива составляла 1600 л/мин, ток стекания с корпуса бака находился в пределах $6\div 7$ мкА. В исследованиях использовалось топливо Т-8 с удельной электропроводимостью $5\div 7$ пСм/м.

Результаты исследований по определению потенциалов поверхности топлива в прямоугольных секциях бака с различными размерами по ширине (высота и длина секций во всех вариантах секционирования составляли соответственно 1,2 м и 2,0 м) приведены на графиках (рис. 1).

По результатам исследований можно сделать ряд важных выводов для проектирования систем заправки топливом ВС.

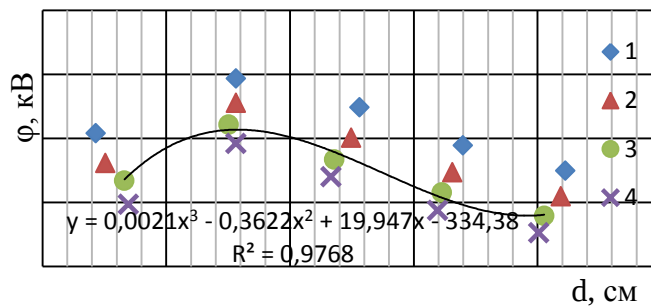
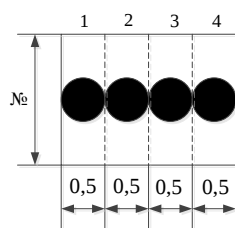
1. При секционировании баков и распределении топлива параллельно, то есть одновременно во всех секциях (рис. 1а) значение уровня потенциала поверхности топлива в секциях ниже, чем в других вариантах. Это происходит за счет влияния двух факторов: уменьшения размеров секций бака и уменьшения объёмной скорости входа топлива в секцию (при общей подаче 1600 л/мин).

2. При увеличении габаритных размеров секций имел место рост значения максимального потенциала поверхности топлива (рис. 1б, в). При этом максимальные значения потенциала поверхности топлива во всех вариантах заполнения отмечаются на уровне 0,6-0,8 м. Наибольшее значение потенциала поверхности топлива (рис. 1г) отмечается при заправке бака без секций.

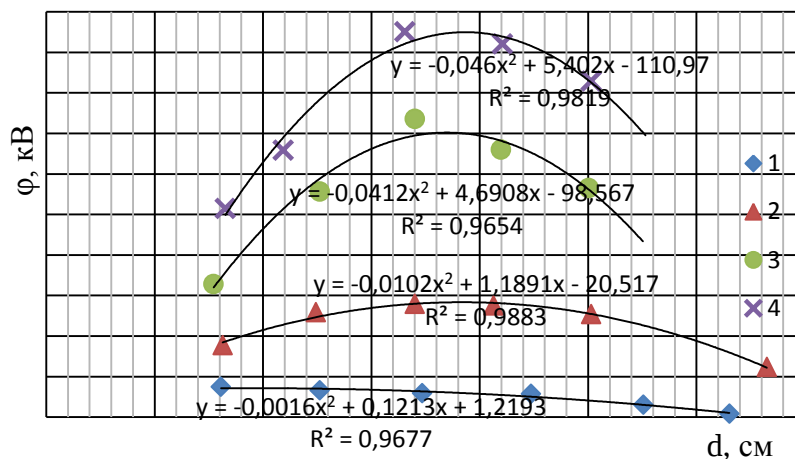
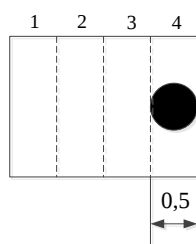
3. Для последовательной схемы распределения топлива по секциям бака (рис. 1б) характерным является постоянное уменьшение потенциала поверхности топлива в секциях по мере их удаления от входного устройства, при этом значение потенциала поверхности топлива в секции с входным устройством в 1,6-8 раз выше значений потенциала в последующих баках.

4. Исследования показали также, что увеличение количества входных патрубков в несекционированном баке при прочих равных условиях (суммарной подаче топлива при заправке из одного ТЗС, электропроводимости топлива и других его характеристик) не существенно влияет на максимальные значения потенциала поверхности заправляемого топлива. Максимальное значение потенциала поверхности топлива в баке при входе через одно устройство составляет 120 кВ, при одновременном вводе топлива через два, три и четыре устройства максимальный потенциал не превышает значений 110 кВ.

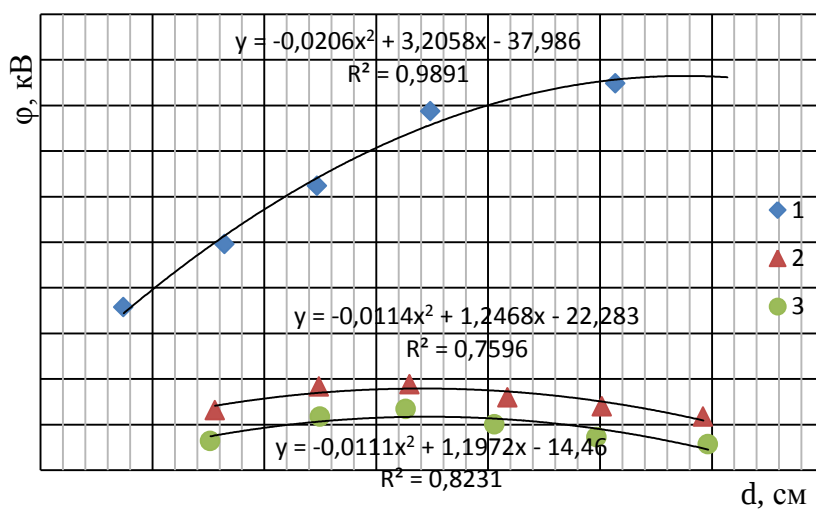
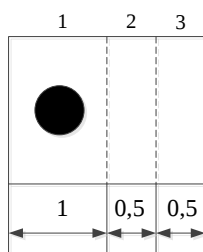
На рис. 2 приведён обобщённый график зависимости максимального значения потенциала поверхности топлива при заполнении секции с разными значениями одного из геометрических параметров, из которой также можно сделать вывод, что с ростом геометрического параметра при прочих равных условиях имеет место увеличение максимального значения потенциала до некоторого постоянного значения.



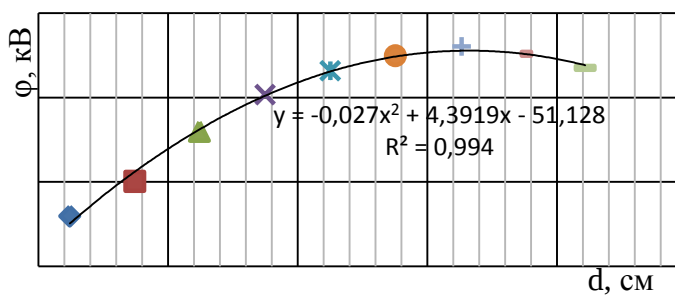
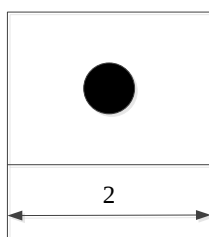
а



б



в



г

Рис. 1. Зависимость потенциала поверхности топлива от высоты заправляемого бака

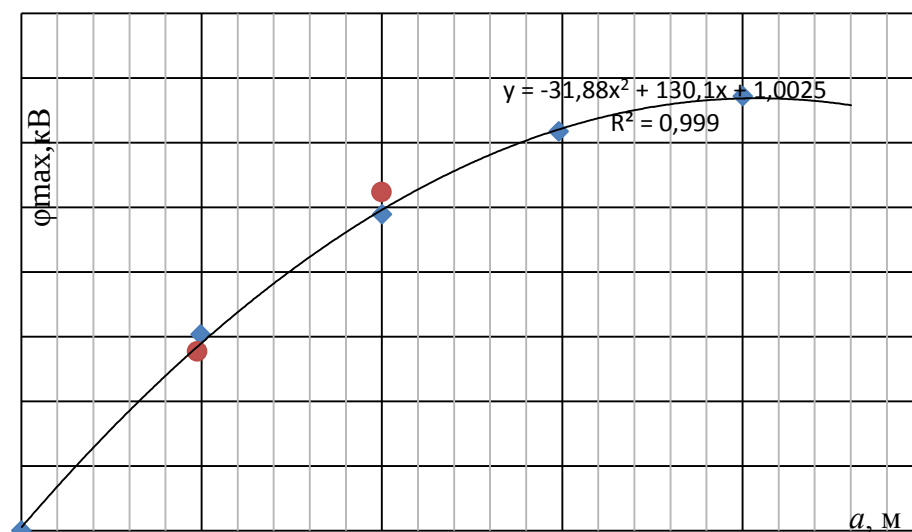


Рис. 2. Зависимость максимального потенциала поверхности топлива от наименьшего размера заправляемого бака

Проведенные исследования имеют важное значение для работ по оценке соответствия пожаровзрывобезопасности статического электричества в технологических процессах заправки топливом ВС. Подтверждена эффективность секционирования баков ВС и применение параллельной схемы их заполнения с точки зрения снижения опасности проявления электризации топлива. Исследования также послужили основой выбора габаритных размеров бака-имитатора для исследований параметров пожаровзрывобезопасности статического электричества в технологических процессах заправки топливом ВС, обосновании безопасных режимов заправки (по объёмной скорости), оценки уровней электризации топлива в оборудовании ТЗС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лещинер Л.Б., Ульянов И.Е. *Проектирование топливных систем самолётов* / под ред. Г.С. Скубачевского. М.: Машиностроение, 1975. 346 с.
2. Сыроедов Н.Е., Петухов В.Г., Шарыкин Ф.Е. Технические средства нефтепродуктообеспечения как объекты взрывопожароопасности // *Мир нефтепродуктов*. 2013. № 4. С. 32-34.
3. Максимов В.В., Малышев В.В., Петухов В.Г. *Стендовые исследования влияния конструкций баков на накопление электростатического заряда в топливе при заправке и определение предельно-допустимой величины потенциала поверхности топлива*: отчет. М., 1980. – 45 с.

RESEARCHES OF INFLUENCE OF THE FUEL TANKS DESIGN OF AIRCRAFT ON ACCUMULATION OF THE ELECTROSTATIC CHARGE AT REFUELLING

Syrojedov N.E., Petuxov V.G., Sharykin F.E., Makhmudbekova E.G.

The article describes the results of researches of influence of fuel tanks design of aircraft on accumulation of electrostatic charge at refuelling.

Keywords: static electricity, fuel tank, aircraft, test bench, jet fuel.

REFERENCES

1. Leshhiner L.B., Ul'janov I.E. *Proektirovanie toplivnyh sistem samoljotov*. Pod red. G.S. Skubachevskogo. M.: Mashinostroenie. 1975. 346 p. (In Russian).

2. Syroedov N.E., Petuhov V.G., Sharykin F.E. Tehnicheskie sredstva nefteproduktov-obespechenija kak ob#ekty vzryvopozharoopasnosti. *Mir nefteproduktov*. 2013. № 4. Pp. 32-34. (In Russian).

3. Maksimov V.V., Malyshev V.V., Petuhov V.G. Stendovye issledovanija vlijanija konstrukcij bakov na nakoplenie jelektrostaticheskogo zarjada v toplive pri zapravke i opredelenie predel'no-dopustimoj velichiny potenciala poverhnosti topliva: otchet. M. 1980. 45 p. (In Russian).

Сведения об авторах

Сыроедов Николай Евгеньевич, 1935 г.р., окончил КВИАУ ВВС (1961), доцент, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России», профессор кафедры авиатопливообеспечения МГТУ ГА, автор более 140 научных работ, область научных интересов – авиатопливообеспечение аэропортов, безопасность системы заправки ВС горюче-смазочными материалами.

Петухов Валентин Георгиевич, 1937 г.р., окончил МЭИ (1967), кандидат технических наук, старший научный сотрудник ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России», автор 25 научных работ, область научных интересов – электростатическая безопасность системы заправки ВС горюче-смазочными материалами.

Шарыкин Федор Евгеньевич, 1983 г.р., окончил Ульяновское ВВТУ(ВИ) (2006), старший научный сотрудник ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России», автор 20 научных работ, область научных интересов – безопасность нефтепродуктообеспечения, фильтрация рабочих сред систем авиационной техники.

Махмудбекова Эсмира Габировна, окончила МГТУ ГА (2014), инженер ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России», область научных интересов – авиатопливообеспечение аэропортов, безопасность системы заправки ВС горюче-смазочными материалами.