

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ



УДК 629.7

Анализ функционирования системы пожаротушения воздушных судов

Е.В. Колодкин, Е.В. Малая

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

В статье рассмотрена система пожаротушения самолета Бе-200ЧС. Произведен анализ работоспособности и эффективности ее применения. Проведена параллель между двумя принципиальными схемами пожаротушения, используемыми в отечественной и зарубежной авиационной технике. Предложены предварительные мероприятия для усовершенствования компоновки системы пожаротушения самолета Бе-200ЧС.

Ключевые слова: летательный аппарат, система пожаротушения, противопожарная защита, авиационные правила, огнетушители, эффективность пожаротушения, тушение пожара в отсеках самолета

Для цитирования. Колодкин Е.В., Малая Е.В. Анализ функционирования системы пожаротушения воздушных судов. *Молодой исследователь Дона*. 2026;11(2):30–35.

Analysis of Aircraft Fire Extinguishing System Functioning

Evgeny V. Kolodkin, Elena V. Malaya

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The article studies a fire extinguishing system of the Be-200ChS aircraft and analyses its performance and efficiency of application. A comparison was made between two basic schemes of fire extinguishing used in the national and foreign aircraft equipment. Some preliminary measures for improving arrangement of the Be-200ChS fire extinguishing system structural members were proposed.

Keywords: aircraft, fire extinguishing system, fire protection, aviation regulations, fire extinguishers, fire extinguishing efficiency, extinguishing fire in aircraft compartments

For Citation. Kolodkin EV, Malaya EV. Analysis of Aircraft Fire Extinguishing System Functioning. *Young Researcher of Don*. 2026;11(2):30–35.

Введение. Возникновение пожара на летательном аппарате в полете представляет исключительную опасность и при несвоевременном принятии мер может привести к катастрофическим последствиям. Это обусловлено наличием на борту десятков тонн топлива, масел, гидросмесей, иных горючих жидкостей и их транспортировкой по трубопроводам, общая протяженность которых достигает сотен метров.

Пожар в полете опасен тем, что невозможно немедленно прекратить выполнение полетного задания для принятия экстренных мер по его тушению. Кроме того, очаг возгорания, как правило, недоступен для экипажа, а интенсивный воздушный поток в зоне пожара способствует лавинообразному распространению огня.

На современных самолетах и вертолетах требуемый уровень пожарной и взрывной безопасности обеспечивается широким применением комплекса пассивных и активных средств защиты от пожара и взрыва.

Постоянно возрастающие требования к безопасности применения авиационной техники неразрывно связаны с задачей обеспечения противопожарной защиты летательных аппаратов. Трудность полного обеспечения пожарной безопасности полетов обусловлена ростом интенсивности эксплуатации авиационной техники и расширением круга выполняемых функциональных задач. Связанное с этим усложнение бортового оборудования и увеличение числа энергоемких устройств создают предпосылки для появления очагов возгорания на борту. При этом удаленность потенциально опасных мест, разнообразие причин, приводящих к воспламенению, а также неоднозначность условий возникновения и распространения огня повышают вероятность отказов, затрудняют работу экипажа и препятствуют полному, безопасному выполнению задания.

Цель исследования — проанализировать функционирование систем пожаротушения отдельных типов воздушных судов и предложить улучшения для системы конкретного типа летательного аппарата.

Основная часть. В данной работе рассмотрен частный случай — система пожаротушения самолета Бе-200ЧС.

Современные авиационные системы пожаротушения (АСП) классифицируются по расположению огнетушителей: выделяют централизованные и автономные типы [1]. В авиации зарубежного производства, например, на Airbus A320 и Boeing 747, наряду с централизованными решениями широко применяются автономные АСП [2–4]. Индивидуальные стационарные огнетушители устанавливаются для каждого отсека, что повышает общую эффективность системы пожарной сигнализации (СПС) и АСП. Однако у такой схемы есть недостатки: требуется размещать большое число баллонов по каждому пожароопасному отсеку, что усложняет использование исправных баллонов из других отсеков в случае отказа автономных.

В большинстве отечественных самолетов применяются централизованные АСП из-за высоких требований к безопасности и ограниченных возможностей компоновки баллонов [5]. Огнетушители, общие для всех пожароопасных отсеков, разделены на последовательно активируемые очереди, независимо от места возгорания. Например, на Ту-154 и Ту-134 используется три очереди по три баллона, на Ту-204 и Ту-214 — три очереди по два баллона, а на Ил-76 — три очереди по одному баллону, что стало возможным благодаря размещению баллонов большого объема [6, 7].

Типичная АСП отечественных транспортных и специальных летательных аппаратов включает три очереди огнетушителей. При этом авиационные правила предписывают наличие как минимум двух очередей с автоматическим включением первой [8]. Огнетушители активируются сигналом от системы сигнализации на пиропатрон, установленный на пироголовке баллона.

В современных централизованных АСП команда на подрыв пиропатрона подается на определенную комбинацию баллонов, вне зависимости от места очага. Комбинации для каждой очереди задаются на этапе проектирования и едины для всех отсеков. Недостаток такого подхода в том, что концентрация и давление огнетушащего вещества, а также реальная эффективность тушения зависят от расположения баллонов, конфигурации трубопроводов и распылительных коллекторов. Кроме того, утечки или отказы могут изменить оптимальную комбинацию уже в полете.

Рассмотрим сигнализацию о пожаре силовой установки (СУ) самолета Бе-200ЧС [9]. О возникновении пожара в любом из пожароопасных отсеков экипаж оповещается ЦСО, световыми табло «ПОЖАР» красного цвета (постоянный режим), загоревшимся красным колпачком рукоятки управления пожаротушением соответствующего двигателя, речевой информацией и надписью в сигнальном кадре на экране многофункционального индикатора (далее — МФИ) МФИ1 комплексной системы электронной индикации и сигнализации (далее — КСЭИС).

Два табло «ПОЖАР» установлены на козырьке приборной доски пилотов. Речевая информация поступает в телефоны пилотов от модуля синтезатора речи МСР-200 в виде сообщения о месте возгорания. Для обнаружения пожара в мотогондолах и отсеке ВСУ применяется термоэлектрическая система пожарной сигнализации СПС-3Г. В состав СПС-3Г входят исполнительный блок БИ-06 и сигнализаторы УСП. Используются три блока БИ-06: 026.12-А1, 026.12-А2, 026.12-А3 с сигнализаторами УСП-2 и УСП-4. Блоки 026.12-А1 и 026.12-А2 установлены в лодке между шп. № 35–36 сверху по оси самолета и контролируют возгорание в левой и правой мотогондолах.

Принцип работы СПС-3Г основан на возникновении термо-ЭДС в термопарах сигнализаторов УСП при изменении температуры окружающей среды и преобразовании этой ЭДС исполнительным блоком БИ-06 в напряжение +27 В.

Блок БИ-06 выдает сигналы на включение световой и звуковой сигнализации о пожаре и на автоматическое включение первой очереди пожаротушения. Исполнительные блоки БИ-06 шестиканальные. Напряжение срабатывания каждого канала — 30 ± 6 мВ. Потребляемый ток — не более 450 мА. Диапазоны контролируемых температур: для сигнализаторов УСП-2 — от 180 до 300 °С, для УСП-4 — от 300 до 450 °С.

Система СПС-3Г выдает сигнал о пожаре не позже чем через 3 с при воздействии на один сигнализатор пламени с температурой от 1000 до 1100 °С. Время отпускания не превышает 5 с. Поскольку блоки БИ-06 шестиканальные, седьмые каналы обеих мотогондол подключены к блоку БИ-06 026.12-А3, контролирующему возгорание в отсеке ВСУ.

Обнаружение и тушение пожара в отсеках самолета Бе-200ЧС происходит следующим образом [9]. Грузовой, бытовой, задний технический отсеки и туалет оборудованы средствами обнаружения и тушения возгораний (рис. 1). Появление дыма в этих отсеках контролируется системой пожарной сигнализации багажных и грузовых отсеков (далее — СПС БГО). В туалете наличие дыма контролируется детектором Kidde 474560-41. Система СПС БГО и детектор дыма как на земле, так и в полете, сигнализируют экипажу о появлении задымления в отсеках самолета или туалете, что указывает на возможное возгорание.

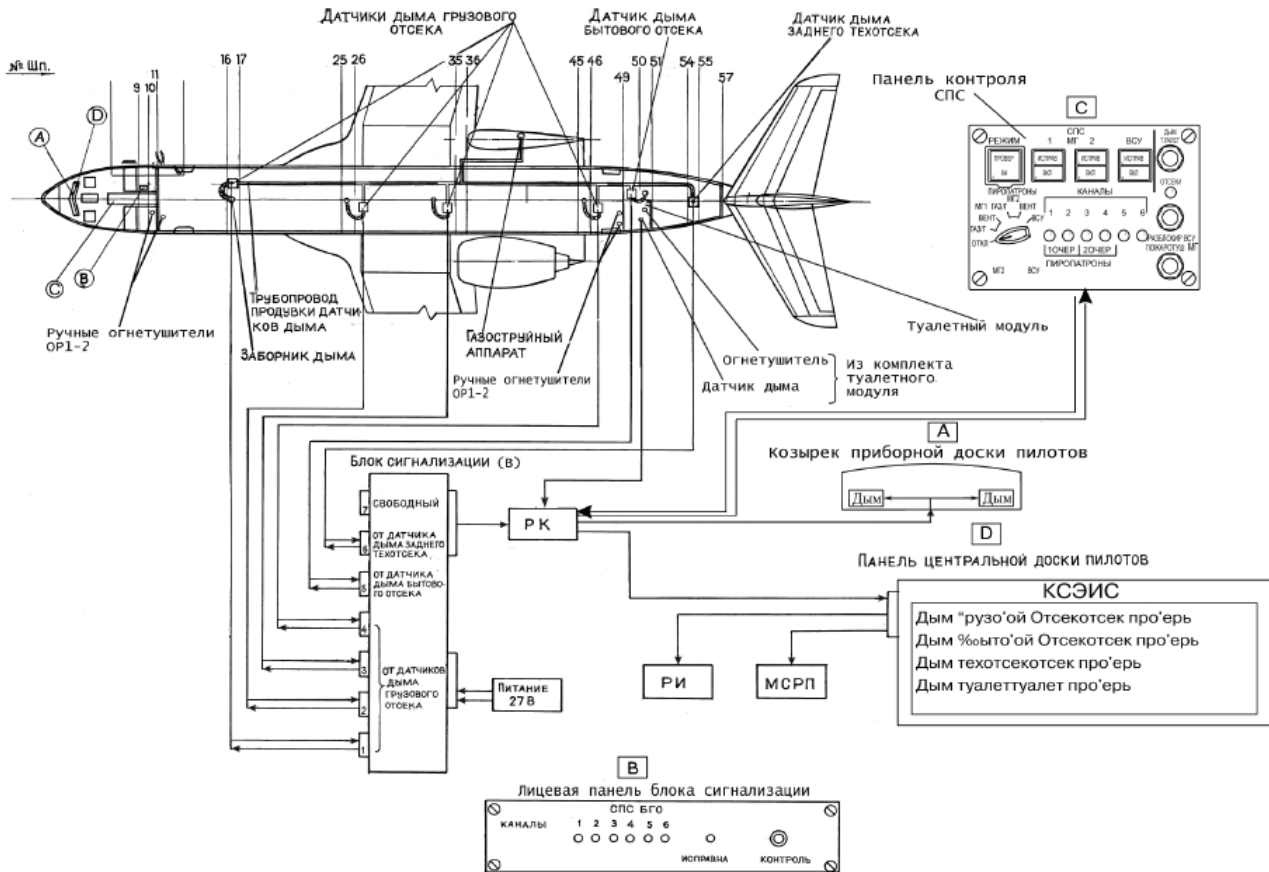


Рис. 1 Схема противопожарного оборудования отсеков [9]

В состав системы обнаружения дыма входят:

- СПС БГО, включающая блок сигнализации БС и датчики дыма ДД;
- система отсоса воздуха из отсеков через датчики дыма с использованием газоструйного аппарата;
- система обнаружения и тушения пожара в туалете, кабине пилотов и технических отсеках.

Детектор дыма установлен в туалете, в потолочной части интерьера. БС размещён в кабине пилотов в верхней зоне правой панели между шп. № 9–10; датчики дыма — на конструкции верхней части грузового и бытового отсеков за интерьером, а также в заднем техотсеке. Заборники дыма расположены на верхних панелях интерьера грузового и бытового отсеков.

Тушение пожара в отсеках самолёта выполняется ручными огнетушителями ОП1-2-20-30: три заряжены огнегасящим составом хладон 12В1, один — водозтиленгликолем.

Хладоновые огнетушители установлены:

- в кабине пилотов — 1 шт.;
- в грузовой кабине — 2 шт. (шп. № 11, 49).

Ручной огнетушитель ОП1-2-20-30 Вода установлен рядом с хладоновым на шп. № 49.

Тушение пожара в туалете осуществляется автоматически огнетушителем модели LAVEX 30100022-8, установленным у мусоросборника. От выделяемого тепла горящего мусора капсула рычага плавится, и огнегасящий состав выбрасывается в урну, гася очаг пожара.

Пожаротушение силовой установки (далее — СУ) Бе-200ЧС выполняется в следующем порядке [9]. Для ликвидации возгораний в мотогондолах и в отсеке вспомогательной силовой установки на самолёте предусмотрена система пожаротушения (рис. 2, 3).

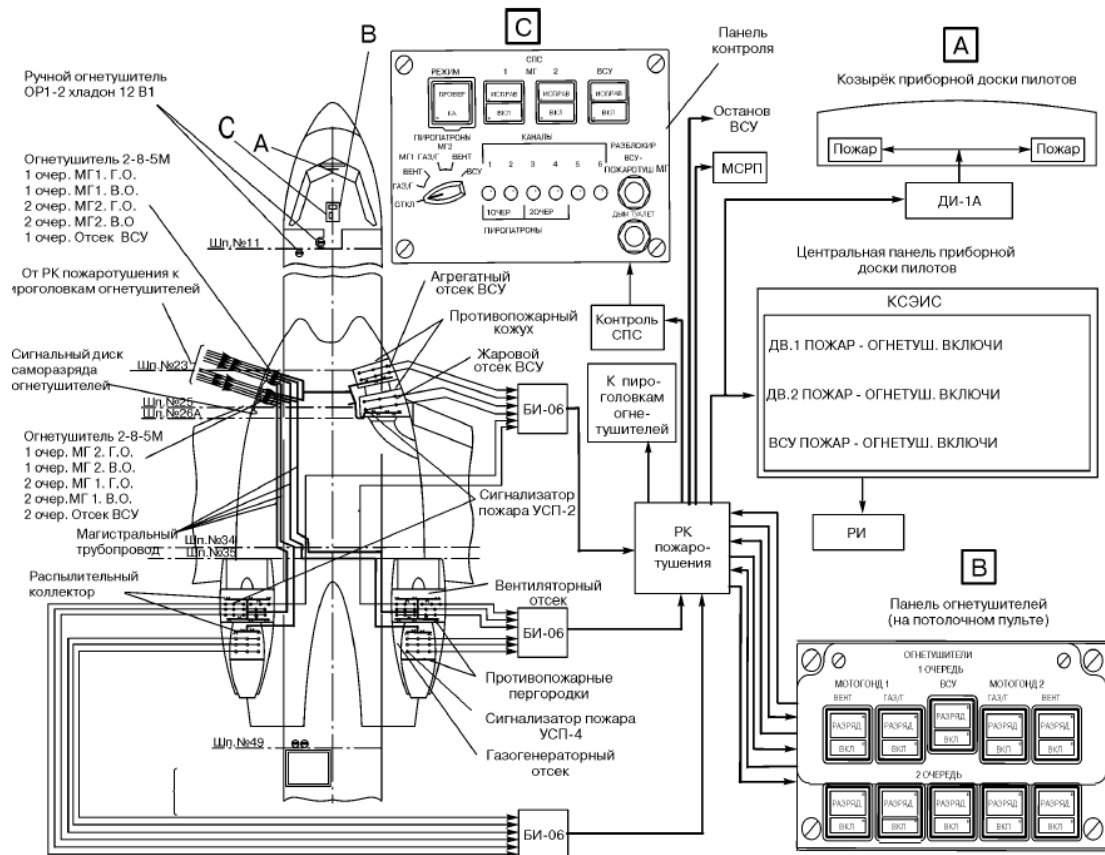


Рис. 2 Схема пожарного оборудования СУ [9]

Система пожаротушения состоит из двух стационарных огнетушителей 2-8-5М ОСТ1 00591-77, заряженных хладоном 114В2 в количестве 21,5 кг, трубопровода с распылительным коллектором, сигнального диска, панелей управления и контроля и рукояток управления пожаротушением.

При возникновении пожара в любом из пожароопасных отсеков огнетушители разряжаются последовательно в две очереди, по одному огнетушителю в каждой очереди. Управление тушением пожара в мотогондолах МД производится рукоятками управления пожаротушением вручную. Первая очередь пожаротушения вспомогательной силовой установки (далее ВСУ) на земле может быть включена автоматически.

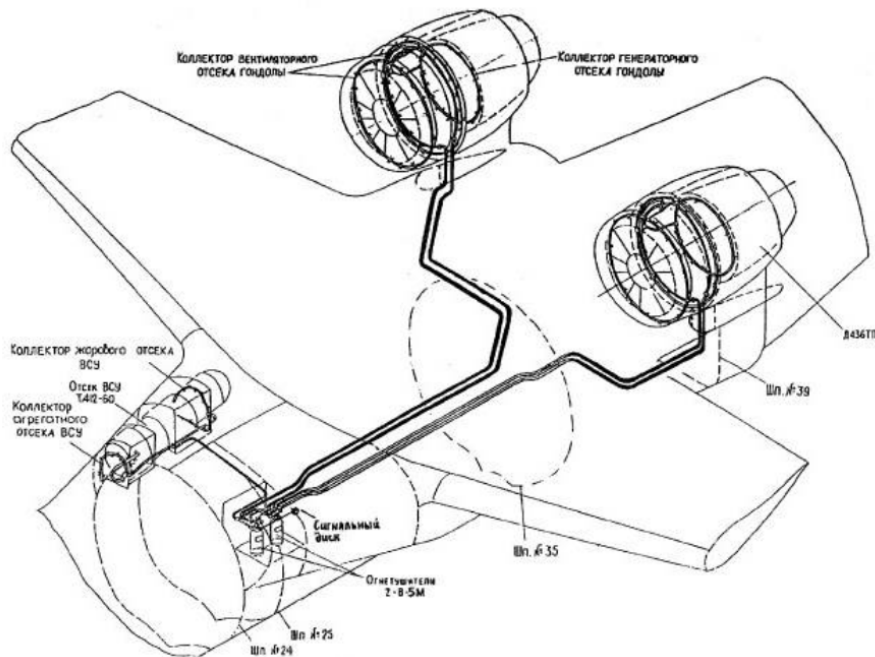


Рис. 3. Схема пожаротушения самолета [9]

Включение очередей пожаротушения регистрируется в системе МСПП. Огнетушитель Е1 является первой очередью для левой мотогондолы и для отсека ВСУ. Он же является второй очередью для правой мотогондолы. Огнетушитель Е2 является первой очередью для правой мотогондолы и второй очередью для левой мотогондолы и отсека ВСУ.

На панели между огнетушителями размещены трафареты с изображением пироголовок и указанием, в какой пожароопасный отсек подается огнегасящий состав, какова очередность срабатывания и какая маркировка запалов применяется согласно электросхеме. На платформе крепления установлен трафарет, показывающий зависимость изменения давления внутри огнетушителя от окружающей температуры. Для контроля возможной саморазрядки огнетушителей зарядно-предохранительные устройства пироголовок соединены трубопроводом с сигнальным диском, установленным на обшивке верхней продольной балки отсека стационарных огнетушителей.

Включение огнетушителей осуществляется взрывом пиропатронов, установленных в запалах пироголовок, при подаче электрического напряжения. В каждой пироголовке предусмотрены два запала с пиропатронами типа 7ПП-683.

Заключение. Для повышения эргономичности и снижения коэффициента возможных неисправностей в системе пожаротушения рекомендуется рассмотреть альтернативное размещение огнетушителей 2–8–5М в фюзеляже ВС. Кроме того, для увеличения коэффициента надежности системы целесообразно установить третий стационарный огнетушитель для отсека ВСУ.

Суть изложенного сводится к выбору наиболее рациональной схемы размещения системы управления пожарной защитой самолета Бе-200ЧС, в частности — оптимальному расположению органов управления и сигнализации системы в кабине экипажа.

К недостаткам системы относится удаленное расположение баллонов с огнегасящей смесью от СУ, что не исключает вероятность повреждения в процессе эксплуатации смесеподводящих трубопроводов к коллекторам двигателей Д-436ТП и ВСУ ТА-16. В целом система выполнена эргономично, что является важным преимуществом в эксплуатации и ремонтопригодности.

Список литературы

1. Лужецкий В.К. *Противопожарная защита самолетов гражданской авиации*. Москва: Транспорт; 1987. 144 с.
2. Sham H. Fire Protection: Engines and Auxiliary Power Units. *AERO-Boeing*. 2010;(4):32
3. Hipsher C, Ferguson DE. Fire Protection: Cargo Compartments. *AERO-Boeing*. 2011;(2):10–19. URL: <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/4419.pdf> (дата обращения: 25.02.2026).
4. Тихонов А.Н. *Противопожарная система самолета А320. Система кондиционирования воздуха самолета А320*. Самара: СГАУ; 2013. 590 с.
5. Freiling A. New Approaches to Aircraft Fire Protection. In: Beall K, Grosshandler W, Luck H (Eds.). In: *Proceedings of the 12th International Conference on Automatic Fire Detection (25–28 March 2001)*. USA, Maryland: National Institute of Standards and Technology; 2001. P. 641–652 URL: http://www.khayma.com/jordanfi_renet/info_center/Aircraft_Fire_Protection.pdf (дата обращения: 25.02.2026)
6. Мещерякова Т.П. *Проектирование систем защиты самолетов и вертолетов*. Учебное пособие. Москва: Машиностроение; 1977. 232 с.
7. Волошин Ф.А., Кузнецов А.Н., Покровский В.Я., Соловьев А.Я. *Самолет Ту-154. Конструкция и техническое обслуживание*. Книга 2. Москва: Машиностроение; 1976. 250 с.
8. *Межгосударственный авиационный комитет. Авиационные Правила. Часть 25. Нормы летной годности самолетов транспортной категории*. Законы, кодексы и нормативно-правовые акты Российской Федерации. URL: <https://clck.ru/3RsZrF> (дата обращения: 18.02.2026).
9. *Справочные материалы по самолету-амфибии Бе-200ЧС*. В 2-х книгах. Учебное пособие. 2008.

Об авторах:

Евгений Вячеславович Колодкин, магистрант кафедры «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и наземного оборудования» Донского государственного технического университета (344023, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, улица Страны Советов, 1) evgenij407@mail.ru

Елена Викторовна Малая, кандидат технических наук, доцент кафедры «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и наземного оборудования» Донского государственного технического университета (344023, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, улица Страны Советов, 1), elvicma@mail.ru,

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Evgeny V. Kolodkin, Master's Degree Student of the Department of Technical Operation of Aircraft and Ground Equipment, Don State Technical University (1, Strana Sovetov Str., Rostov-on-Don, 344023, Russian Federation), evgenij407@mail.ru

Elena V. Malaya, Cand.Sci. (Engineering), Associate Professor of the Department of Technical Operation of Aircraft and Ground Equipment, Don State Technical University (1, Strana Sovetov Str., Rostov-on-Don, 344023, Russian Federation), elvicma@mail.ru

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final manuscript.