

УДК 629.067

## ПРОБЛЕМЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЫКАТЫВАНИЯ ГРАЖДАНСКИХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ НА ЭТАПЕ ПРОБЕГА ПО ВПП

А.В. МОЗОЛЯКО, А.Н. АКИМОВ, В.В. ВОРОБЬЕВ

В статье рассматривается текущее состояние бортовых систем торможения ВС при пробеге, а также предложены подходы к построению автоматической системы торможения ВС. Проведен анализ основных причин и мероприятий по снижению риска выкатывания воздушного судна.

**Ключевые слова:** предотвращение выкатывания самолетов, безопасность полетов.

Важнейшей проблемой, стоящей перед гражданской авиацией в области обеспечения безопасности полетов, является проблема выкатывания воздушных судов за границы взлетно-посадочной полосы. Анализ авиационных событий, происходящих с воздушными судами на этапах приземления и пробега, показывает, что выкатывание воздушных судов за границы взлетно-посадочной полосы (ВПП) остается самым частым типом инцидентов в мире. В большинстве случаев выкатывание ВС происходит без последствий для пассажиров и экипажа. Несмотря на это, выкатывания считаются основной угрозой для безопасности полетов.

Существующие на сегодняшний день системы, осуществляющие торможение ВС при пробеге, не учитывают воздействие внешних и эксплуатационных факторов. При пробеге управление такими системами возлагается на пилотов, что зачастую приводит к ошибкам и, как следствие, к выкатыванию ВС за пределы летного поля. При этом действенным вкладом в решение проблемы будут разработка и внедрение автоматизированных систем предупреждения о потенциальной опасности выкатывания. Оснащение ВС такой системой обеспечит качественно новый уровень информационной поддержки экипажа, основанный на оценке конкретной ситуации, прогнозе ее развития и формировании необходимых рекомендаций экипажу.

### 1. Анализ авиационных происшествий по причине выкатывания ВС

С момента зарождения авиации заход на посадку и посадка являются самым сложным этапом полета воздушного судна. Несмотря на то что время от входа в глиссаду до посадки составляет в среднем всего 5% от общего полетного времени, на этих этапах происходит около 60% всех авиационных происшествий.

Выкатывания за пределы ВПП зачастую связаны с одним или несколькими следующими метеоявлениями: ограниченная видимость или туман; сильный дождь (т.е. ВПП покрыта слоем воды или скользкая от дождя); эксплуатация при низких температурах (т.е. ВПП покрыта слоем слякоти или льда); постоянный или порывистый боковой или попутный ветер.

Следующие факторы и условия относятся к повторяющимся причинам (по отдельности или в сочетании) выкатываний за пределы ВПП:

- ошибки в расчете посадочных характеристик ВС;
- ошибки в технике пилотирования и/или принятия решения;
- нерасчетное состояние поверхности ВПП;
- неожиданный сдвиг ветра или попутный ветер;
- неточный расчёт посадочной дистанции из-за неправильного учета влияния отказа системы, возникшего в полете, или неправильный расчет влияния допустимой неисправности, связанной с конфигурацией ВС или средствами снижения подъемной силы и торможения;
- нестабильный заход на посадку;
- отсутствие решения об уходе на второй круг, когда это требуется;

- длительное выдерживание самолёта над ВПП для гашения избытка скорости;
- не подготовлен режим автоматического выпуска спойлеров перед посадкой;
- посадка с повышенной тягой двигателей;
- преждевременное перемещение РУД на увеличение прямой тяги двигателей, вызывающее отключение системы автоматического торможения;
- приземление с отделением от ВПП и его неграмотное исправление;
- позднее начало торможения (или поздний переход от автоматического торможения к торможению педалями при необходимости);
- снижение эффективности торможения, связанное с обеспечением продольной управляемости в условиях бокового ветра;
- отказ антиюзовой автоматики, приводящий к гидроглиссированию.

Политика авиакомпании, направленная на предотвращение выкатываний состоит в применении правил и процедур, обеспечивающих готовность и настрой на выполнение ухода на второй круг при несоответствии условий посадки нормам безопасности; регистрацию неисправностей системы торможения в бортовом журнале ВС и их учета в соответствии с требованиями MEL; выполнения процедур прерванной посадки; запрета посадки за установленной зоной приземления; выполнения «жесткого» приземления на ВПП, покрытую слякотью или водой.

Таким образом, выкатывания за пределы ВПП могут быть сведены в шесть групп в зависимости от основной причины:

- 1) нестабилизированный заход на посадку;
- 2) неправильная техника выравнивания;
- 3) непредвиденные или значительно худшие, чем ожидалось, условия;
- 4) снижение эффективности или отказ устройств гашения подъемной силы или средств торможения;
- 5) нештатная конфигурация ВС;
- 6) неправильные действия и/или взаимодействие в экипаже при неблагоприятных метеорологических условиях или нештатном техническом состоянии ВС.

В 2013 г. в Российской Федерации произошло 9 выкатываний при посадках самолетов коммерческой авиации 2-го класса. Частота этих инцидентов соответствует аналогичной частоте за предшествующий четырехлетний период. Причина выкатываний ВС, произошедших в 2013 г., в пяти случаях связана с неправильными действиями экипажа и в четырех случаях с неудовлетворительным состоянием искусственной взлетно-посадочной полосы (ИВПП). Неудовлетворительное состояние ИВПП явилось причиной выкатывания в двух случаях из-за наличия значительного слоя воды на ИВПП в период приземления и в двух случаях вследствие неудовлетворительного контроля со стороны аэродромных служб за состоянием ИВПП.

За последние пять лет в гражданской авиации зарегистрировано более 100 случаев выкатывания самолетов 1-го и 2-го классов за пределы ВПП на посадке. Более половины из них связаны с человеческим фактором. Типичной ошибкой является посадка со значительным перелетом расчетной зоны приземления. Наиболее ярким примером этой проблемы является катастрофа Ту-204, произошедшая 29 декабря 2012 г. в аэропорту Внуково. На борту находился экипаж из восьми человек, пятеро из них погибли. В отчете МАК сообщается, что при посадке не произошло одновременное обжатие обеих основных опор шасси, из-за чего отсутствовал автоматический выпуск воздушных тормозов и интерцепторов, а также не произошла перекладка створок реверсивных устройств двигателей. Выпуск интерцепторов в ручном режиме экипаж не производил. Эта трагедия доказывает необходимость усовершенствования и разработки новых путей предотвращения выкатывания ВС за пределы ВПП путем разработки качественно нового уровня информационной поддержки экипажа о недопустимом снижении режима торможения самолета на этапе пробега.

## 2. Пути предотвращения выкатывания ВС

Из изложенного выше можно сделать вывод, что большинство разрабатываемых и используемых в настоящее время мероприятий по снижению риска выкатываний относятся к организационным и обучающим. Примером таких мероприятий может служить создание нормативных документов, определяющих пути обеспечения безопасности для пилотов авиакомпаний, в части идентификации, понимания и снижения риска при выкатывании самолетов за пределы ВПП на этапе посадки. Одним из основных современных документов, определяющих пути обеспечения безопасности для пилотов, авиакомпаний, разработчиков самолетов, обучающих организаций, в части идентификации, понимания и снижения риска при выкатывании самолетов за пределы ВПП на этапе посадки является рекомендательный циркуляр Федерального авиационного агентства США (FAA) AC No: 91-79. Данный циркуляр разработан FAA в сотрудничестве с разработчиками и эксплуатантами самолетов и определяет основные ключевые элементы безопасности для предупреждения выкатываний за пределы ВПП.

Согласно этим документам летным составам предписывается изучить конструктивные и аэродинамические особенности эксплуатируемых самолетов, влияющие на их устойчивость и управляемость на пробеге, что в конечном итоге не исключает возможность ошибки экипажа.

Кроме организационных мероприятий предотвращения выкатывания ВС за пределы ВПП, существуют и технические методы, которые можно разделить на наземные и бортовые. Наиболее действенными на сегодняшний день наземными методами являются методы усовершенствования оснащения аэропортов. К таким методам можно отнести удлинение взлетно-посадочной полосы с целью удлинения возможного пробега самолета при посадке. В случае если удлинение ВПП невозможно, применяется система аварийного торможения воздушного судна. В настоящее время ведется разработка различных наземных систем аварийного торможения самолетов, принцип работы которых основан на передаче энергии от самолета к тормозному устройству, установленному на торце ВПП. Примером такой системы может служить система аварийного торможения самолетов Engineered Material Arresting System (EMAS). Данная система аварийного торможения устанавливается по торцам ВПП (рис. 1), принцип ее работы основан на передаче энергии движения самолета к материалу системы. Как только колеса самолета ломают материал, происходит плавное и контролируемое торможение.

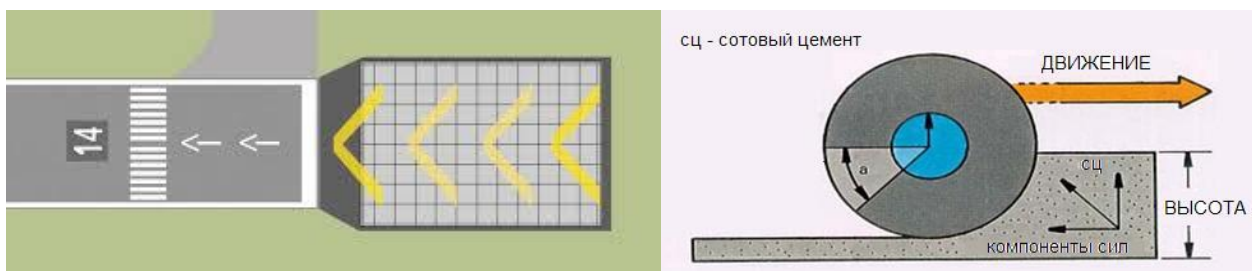


Рис. 1. Система аварийного торможения EMAS

Однако главным недостатком наземных систем является то, что данные системы борются с последствиями выкатывания, снижая риск разрушения конструкции самолета, не позволяя устранить причину выкатывания самолета за пределы ВПП.

Системы автоматического управления движением ЛА по ВПП, установленные на современных самолетах гражданского назначения, предназначены, как правило, для обеспечения автоматического торможения с различными фиксированными моментами. К основному недостатку бортовых средств торможения относится отсутствие единой системы, которая комплексно оценивает интенсивность торможения. Контроль за работой отдельных систем на таком самолете возлагается на экипаж, что зачастую приводит к ошибкам. Например, на самолете Боинг

737 система автоматического управления обеспечивает торможение в медленном режиме «LOW», в среднем режиме «MEDIUM» или в максимальном «MAX». Режим торможения летчик выбирает перед посадкой нажатием соответствующей кнопки. То есть такая система не в состоянии отслеживать меняющееся состояние поверхности ВПП (коэффициента сцепления) и вырабатывать соответствующие управляющие воздействия.

Чтобы снизить роль человеческого фактора, на борту ВС целесообразно иметь систему, прогнозирующую и предотвращающую опасную ситуацию, связанную с выкатыванием. В общем виде алгоритм ее работы может быть представлен следующим образом: получение сигналов от системы определения местоположения ВС и информации о параметрах движения самолета, вычисление потребной для остановки дистанции для текущих значений скорости и ускорения; реализация функции объективного определения угрозы выкатывания воздушного судна; предотвращение выкатывания за счет своевременного предупреждения экипажа о недопустимости выключения или снижения режима реверса тяги или торможения колес, либо выдачи рекомендации об уходе на второй круг, в случае если потребная для остановки дистанция меньше остаточной длины ВПП.

### **Вывод**

Проблема управления движением ЛА по ВПП в режиме посадки состоит в устранении или, по крайней мере, минимизации причин, вызывающих выкатывание ЛА за пределы ВПП. Помимо обеспечения безопасности пассажиров и экипажа, актуальной задачей является синтез автоматической системы, гарантирующей существенное повышение своевременности и объективности оценки угрозы выкатывания воздушных судов за пределы взлетно-посадочной полосы, оптимальное соотношение режимов торможения. Обеспечение безопасности полетов на этапе торможения на взлетно-посадочной полосе остается важной и актуальной научно-технической задачей, требующей решения на современном уровне развития науки об управлении с применением перспективных подходов к синтезу законов управления.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Основы теории управления: учеб. пособие / Ю.Ю. Громов, В.О. Драчёв, О.Г. Иванова, Ю.С. Сербулов, К.А. Набатов. - Тамбов: Изд-во Тамбовского государственного технического ун-та, 2008.
2. "Runway Safety Initiative" Flight Safety Foundation, May 2009.
3. "Runway Overrun Prevention" Advisory Circular No: 91-79 June 2011.

### **STATUS AND DEVELOPMENT OF RUNWAY OVERRUN PREVENTION SYSTEMS**

**Mozolyako A.V., Akimov A.N., Vorobyev V.V.**

This article describes the current condition of the onboard braking systems while rolling and the approach to the construction of the aircraft automatic braking system. The article analysis the main reasons for RW overrun and measures of reducing the risk.

**Key words:** runway overrun prevention, flight safety.

### **Сведения об авторах**

**Мозоляко Александр Владимирович**, 1990 г.р., окончил МГТУ ГА (2013), аспирант МГТУ ГА, область научных интересов – активное обеспечение безопасности полетов воздушных судов.

**Акимов Александр Николаевич**, 1952 г.р., окончил ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского (1984), профессор, доктор технических наук, заместитель директора по тренажерам ЗАО «Гражданские самолеты Сухого», автор более 90 научных работ, область научных интересов – активное обеспечение безопасности полетов воздушных судов.

**Воробьев Вадим Вадимович**, 1962 г.р., окончил Харьковский ВВАИУ (1985), профессор, доктор технических наук, заведующий кафедрой безопасности полетов и жизнедеятельности МГТУ ГА, автор более 80 научных работ, область научных интересов – активное обеспечение безопасности полетов воздушных судов.