

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПАКЕТА MAPLE ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ САМОЛЕТА ИЛ-76

Иванова Е. А., Нырков А.П.

E-mail: kitastr@mail.ru, anpan@safesys.ru

Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций, г. Санкт-Петербург

Аннотация. В статье сформулированы и рассмотрены наиболее характерные аварийные ситуации военно-транспортного самолета ИЛ-76, перевозящего груз, с последующим возгоранием на различных этапах совместной эксплуатации самолета и груза.

Application of the mathematical package maple for analysis emergency situations with aircraft il-76.

Ivanova E. A., Nyrkov A.P.

Abstract. Typical emergency situations with war-transport aircraft IL-76 are formulated and analysed at this article.

Используя средства статистического анализа модуля stats математического пакета Maple10, были обработаны статистические данные по авариям самолета ИЛ-76. Функции анализа были использованы для сведения характеристик каждого набора данных к единым числовым показателям, выделения наборов значений, типичных для этих данных, установления наличия или отсутствия зависимости между списками данных, что позволило сформулировать и классифицировать самые распространенные случаи аварийных ситуаций (АС) самолета ИЛ-76, перевозящего груз, с последующим возгоранием и установить наличие связи между некоторыми характеристиками данных аварийных ситуаций.

Для формирования возможных сценариев аварий самолетов Ил-76 с последующим пожаром рассмотрим этапы совместной эксплуатации самолёта и перевозимого груза.

После заправки самолета топливом в течение $\sim 5-30$ мин ($m_T=15-85$ т) производится загрузка груза в течение $\sim 30-60$ мин, затем запускаются и прогреваются двигатели самолета, самолет вырывается на взлетную полосу ($\tau \sim 15$ мин) и взлетает. При этом отрыв при взлете и касание земли при посадке самолета происходит при скорости $v=210$ км/час, уборка и выпуск шасси в нормальных условиях производится при $v=350$ км/час, а в аварийных ситуациях - до $v=450$ км/час. Нормальный горизонтальный полет самолета возможен при скоростях 450 км/час и более. Самолет выходит на крейсерский полет через $\sim 14,3$ мин, пролетев по горизонтали ~ 100 км и израсходовав 5-7 т топлива. Спуск происходит в течение ~ 25 мин, при этом преодолевается расстояние ~ 120 км. Режим подъема и спуска самолета практически постоянен и не зависит от дальности полета.

На параметры авиационного пожара в значительной мере влияют характеристики взлётно-посадочной полосы (ВВП), так как они определяют процессы впитывания испарения топлива. Ниже приводятся основные характеристики ВПП.

По характеру работы под нагрузкой аэродромные покрытия классифицируются на две группы: жесткие и нежесткие.

К жестким относятся покрытия из монолитного предварительно напряженного бетона и железобетона, из сборных предварительно напряженных железобетонных плит, из монолитного железобетона, бетонные и армобетонные покрытия.

К покрытиям нежесткого типа относятся: асфальтобетонные, щебеночные из прочных материалов подобранного состава, обработанных вяжущими материалами, грунтощебеночные, грунтогравийные и грунтовые, обработанные вяжущими материалами.

Для формирования модели пожара самолёта Ил-76 рассмотрим следующие основные аварийные ситуации на этапах эксплуатации: пожар, столкновение, падение, аварийная посадка на фюзеляж, воздействие ОСП (обычных средств поражения).

Анализ статистики авиационных аварий, в части касающейся военно-транспортной авиации, позволил провести следующую классификацию аварийных ситуаций

Ситуация 1. В период загрузки груза, прогрева двигателей, рулёжки и взлета, когда в баках находится наибольшее количество топлива, возможно возникновение пожара при утечке топлива в результате дефектов конструкции и систем, коротких замыканий в электрооборудовании, столкновений с самолетами и другими преградами, а также воздействия ОСП.

Объем топлива, который может вылиться на ВПП в случае повреждения топливных баков самолета, будет зависеть от следующих факторов: величины повреждения и его местоположения, количества топлива в поврежденных баках самолета, величины давления в расходных баках, создаваемого насосами перекачки (зависит от режима работы двигателя, максимальное $0,45$ кг/см²), температуры топлива и наружного воздуха, влажности и др.

Количество топлива, которое может находиться в топливных баках самолета, зависит от его модификации, массы перевозимой нагрузки, типа ВПП, накладывающего ограничение на максимальную взлетную массу, потребной дальности перелета.

Параметры растекания топлива по ВПП, в общем случае, будут определяться ее типом, состоянием поверхности (наличием повреждений, трещин, сколов и т.д.), наличием снега, воды, льда, различного рода загрязнений, оплавленных и разрушенных конструкций самолета, характеристиками топлива (тип, плотность, вязкость, температура, наличие дополнительных примесей и т.д.), скоростью движения летательного аппарата (ЛА), наличием дренажей вблизи разлива и рядом других факторов.

В период развития пожара возможен взрыв топливных баков, в результате нагрева топлива до кипения, повышения давления в баках и снижения прочностных характеристик материала баков. При взрыве перегретого топлива часть топлива мгновенно испаряется, остальное топливо разлетается на значительное расстояние, увеличивая площадь пожара. Значения этих площадей не известны. Для сравнения можно указать, что при взрыве во время пожара 50-тонной железнодорожной цистерны с бензином площадь пожара составила ~ 350 м², а площадь пожара при разливе легковоспламеняющихся жидкостей из одной цистерны доходила до 1450 м².

В виду неопределенности конфигурации и размеров площади горения при пожаре самолета в различных условиях на настоящем этапе исследований целесообразно принять наиболее опасный режим горения.

В этом случае пожар будет происходить на площади проекции баков топлива самолета ($S_{гор} \sim 160$ м²), то есть топливо из баков вытекает в таком количестве, которое может выгореть с площади 160 м². При этом принимаются следующие допущения:

взрывов топливных баков не происходит (в баках работает система стравливания избыточного давления);

ВПП бетонная и разлитое топливо не впитывается в поверхность ВПП;

грузовая кабина до момента начала пожара не повреждена;

средства пожаротушения не применяются из-за выхода из строя основных систем самолёта в результате аварии и (или) недееспособности экипажа самолёта.

Из опыта аэродромных пожарных команд известно, что если тушение самолета начинается позже 5 минут пожара, то потушить пожар не удастся.

Ситуация 2. В период совершения полета уменьшается количество топлива, а пожары, как правило, возникают в двигателях и топливных баках. Пожары могут распространяться и в грузовой отсек. Однако тепловое воздействие на груз в этих условиях будет значительно меньше, чем при пожаре на ВПП. В случае аварийной посадки самолета тепловое воздействие пожара будет также меньше, т.к. оставшегося топлива за счет выработки становится меньше, чем при взлете, и, следовательно длительность пожара уменьшается.

Ситуация 3. В полете происходит столкновение или падение самолета вследствие потери скорости (при поломке или сгорании полукрыла, отказе системы управления, воздействии ОСП и т.п.). При ударе груз и самолет испытывают механические нагрузки, при которых происходит разрушение груза и топливных баков, топливо разлетается на большую площадь, возникает пожар. Однако длительность пожара будет меньше, чем при пожаре на ВПП, так как количество топлива будет меньше, а площадь горения больше. Сохранность груза определяется комплексным воздействием аварийных нагрузок и требует проведения отдельных исследований.

Ситуация 4. При аварийной посадке самолета на фюзеляже и повреждении баков топлива, происходит вытекание топлива на полосу приземления на расстоянии (дистанция движения по ВПП при посадке на фюзеляж) 300-700 м, возникает пожар. Однако длительность пожара вокруг груза будет меньше, чем при пожаре на ВПП (ситуация 1).

Ситуация 5. При посадке, рулёжке и выгрузке груза возможны пожары в тех же аварийных ситуациях, что и в ситуации 1. Количество топлива в баках будет составлять ~ 6 т для Ил-76ТД и длительность пожара будет наименьшей из всех рассмотренных случаев.

Из представленного выше качественного анализа возможных пожаров самолёта Ил-76 можно выделить предельные по своим параметрам пожары при принятых условиях горения:

пожар наибольшей длительности в АС на ВПП при погрузке груза и взлете самолёта (ситуация 1);

пожар наименьшей длительности в АС на ВПП при нормальной посадке самолёта в конце полета (ситуация 5).

По длительности пожары самолёта в других рассмотренных случаях будут находиться между длительностями этих предельных пожаров.

Литература

1. Повзник Я.С. и др. Пожарная тактика в примерах, М., 1992.
2. Башкирцев М.П. и др. Основы пожарной теплофизики, М., 1978.
3. Волков О.М. Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами, М., 1984