

УДК 656.7.08

Н.И. Обидин, Т.Р. Буран

Кировоградская летная академия НАУ, Кировоград

ВЛИЯНИЕ СДВИГА ВЕТРА НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТОВ И ПУТИ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ

В данной публикации показано, что решение проблемы безопасности полетов воздушных судов (ВС) при заходе на посадку и взлете во многом зависит от учета влияния на исход полета внесистемных факторов, к которым следует отнести турбулентность, сдвиг ветра (СВ), ливневые осадки и т.д. Анализ влияния различных метеорологических явлений на безопасность полетов (БП), а так же способов повышения БП на этапах взлета и посадки, позволяет определить дальнейшие направления исследований в области повышения безопасности полетов воздушных судов в неблагоприятных условиях.

Ключевые слова: сложные метеоусловия, СВ, безопасность, исследования, лётные испытания, турбулентность.

Введение

Постановка проблемы. В настоящее время в нашей стране и за рубежом проводится большой объем исследований, направленных на повышение эффективности полёта ВС и уровня безопасности полетов на этапах взлёта и посадки. Однако необходимость исследований путей повышения безопасности полетов на этапах взлета и посадки в нормальных и не стандартных ситуациях остается актуальной и в настоящее время.

Анализ исследований. По данным ICAO (International Civil Aviation Organization) [1] из всех катастроф в период с 1964 по 1993 гг. 39% было связано с метеорологическими факторами, такими как сдвиг ветра и турбулентность. Поэтому в последние годы за рубежом и у нас в стране проводятся интенсивные исследования вопросов обеспечения безопасности полетов воздушных судов (БП ВС) в условиях СВ и других аномальных явлений атмосферы [3]. Наиболее характерный и полный анализ статистики АП, связанных со СВ в период с 1983 по 1997 гг., можно провести по информации Национального бюро США по безопасности на транспорте (NTSB), представленной в [4, 5]. Из анализа опубликованной информации об авиационных происшествиях (АП), имевших место в воздушном пространстве США и связанных со СВ, следует, что в воздушном пространстве США за период с 1983 по 1997 гг. произошло 185 АП, прямо или косвенно связанных со СВ, в которых погибло 257 человек. Всего пострадавших в АП, связанных с СВ, за указанный период – 2037 пассажиров и членов экипажей, из них погибло, как отмечалось выше, 257 человек, а тяжело ранено – 143 человека. Наибольшее количество погибших приходится на 1985 и 1990 гг.

Одним из факторов, наиболее часто оказывающих влияние на АП, является сдвиг ветра.

Так, например, 06.05.2012 в Краснодарском крае произошла авария ВС (самолет СН-701 RA-0061G), которое выполняло полет по маршруту посадочная площадка «Армавир – Красная Поляна» – аэродром «Хуторская». На удалении 340 метров от посадочной площадки самолет столкнулся с деревьями и постройками частного дома хутора Красная Поляна. Из заключения комиссии по расследованию аварии следует, что выход самолета на наземное препятствие, наиболее вероятно, произошел вследствие потери контроля КВС над управлением самолета из-за попадания его после взлета в зону с сильной турбулентностью и сдвигом ветра в приземном слое. Следует отметить, что этот случай не является единичным. Поэтому, несмотря на предпринятые меры безопасности и развитие различных систем, позволяющих предусматривать возможные проблемные ситуации в процессе полёта, мы все еще можем наблюдать возникновение АП, обусловленных турбулентностью атмосферы и сдвигом ветра.

Цель данной статьи – анализ и определение наиболее эффективных способов повышения безопасности полёта ВС в условиях турбулентной атмосферы.

Изложение основного материала

Явление СВ может быть вызвано различными метеорологическими причинами: гроза, ливень, вирга (дождевой поток, который испаряется, не достигнув земли), нисходящие потоки холодного воздуха, восходящие потоки, температурный инверсионный сдвиг, струйные течения, шквалы и т.д. Гроза, ливень и вирга вызывают явления, называемые микровзрывами, которые являются основной причиной появления СВ. Наблюдения показывают, что приблизительно пять процентов гроз вызывают явления микровзрывов. Микровзрыв представляет серьезную опасность для самолета, особенно на этапе захода на посадку. Если самолет заходит на посадку в услови-

ях СВ, вызванного микровзрывами, то в момент входа в вихревые кольца подъемная сила самолета увеличивается и самолет уходит вверх относительно глиссады. Пилот, пытаясь удержаться на глиссаде, уменьшает подъемную силу самолета. Однако, пройдя вихревое кольцо, самолет попадает в нисходящий поток, угол атаки и подъемная сила дополнительно уменьшаются еще больше, нарушается равновесие по силам и самолет уходит под глиссаду, что может привести к столкновению с землей.

Также сильный СВ вызывается шквалом, который может находиться на расстоянии нескольких километров от области возникновения СВ. Его механизм – это боковое растекание горизонтального потока, скорость которого может достигать 150 – 185 км/ч. Очень часто шквал развивающегося грозового фронта сопровождается другими видами облачности, что затрудняет его идентификацию. Риск особенно велик, когда самолёт находится на малой высоте.

Еще одним опасным фактором является температурный инверсионный сдвиг, который чаще всего вызывает изменение скорости и/или направления ветра в небольшом приземном слое, когда теплая масса воздуха перемещается над холодной воздушной массой. Это явление чаще всего возникает в районах прибрежных аэропортов или в предгорных районах. Летние грозы, образующиеся вблизи подветренных склонов гор, также создают значительные СВ в определенных условиях. Эти грозы характеризуются относительно высокими основаниями облаков, часто на высотах 2500 – 3000 м и более над землей [2].

Исследования сильных гроз в последние годы показали [2, 3], что все они связаны с термодинамической неустойчивостью, обусловленной перегревом приземного слоя воздуха или неравномерным распределением по высоте адвекции тепла и холода, а также конвергенции и дивергенции воздушных потоков. При этом кучево-дождевые облака с градом, шквалами и торнадо (смерчами) возникают и развиваются тогда, когда в верхней части тропосферы наблюдаются струйные течения. В целом проведенные исследования свидетельствуют о том, что вместо общей картины воздушных потоков под кучево-дождевыми облаками имеется описание лишь отдельных ее сторон, причем, оно носит противоречивый характер [2]. Поэтому для оценки безопасности взлета и посадки самолетов во время развития и приближения к аэродрому кучево-дождевых облаков необходимо знать профиль скорости ветра, сдвиги ветра, вертикальные воздушные потоки, турбулентные движения в нижнем 500-метровом пограничном слое атмосферы.

Одним из путей повышения безопасности ВС в сложных условиях является внедрение бортовых систем обнаружения СВ. Технология предупреждения и индикации СВ на борту самолета разработан-

ная исследовательским центром NASA Langley совместно с FAA [4] позволяет пилоту иметь необходимую информацию об опасности СВ за 10 – 40 с до входа в зону СВ. Время меньше, чем 10 с является недостаточным для реакции пилота, с другой стороны, время свыше 40 с является слишком большим, чтобы в атмосфере не произошли новые изменения. Для обнаружения дождевых капель или иных частиц влаги по курсу и определения движения этих частиц с пересчетом в воздушную скорость можно использовать микроволновый радар. Однако, он имеет недостаток, связанный с интерференцией сигналов, отраженных от земной поверхности. Микроволновый радар работает лучше в условиях дождя, но с другой стороны, намного хуже, когда погода сухая.

Устранить вышеуказанный недостаток позволяет доплеровский LIDAR (light detecting and ranging), который воспринимает движущиеся аэрозольные частицы влаги в воздухе, однако такое устройство недостаточно хорошо работает в условиях сильного ливня. Для измерения изменений температуры впереди по курсу самолета используется инфракрасный радар, отслеживающий температурные изменения двуокиси углерода, содержащейся в воздухе, для поиска холодных потоков, которые могут быть индикатором микровзрывов. Однако, эта система не имеет возможности измерения скорости ветра.

В качестве системы наземного обнаружения и предупреждения СВ наибольшее распространение получила система LLWSAS (Low-Level Wind-Shear Alert System). К концу 1992 года такая система была установлена более чем в 100 аэропортах США. Эта система с помощью анемометров, устанавливаемых на периферии аэропорта и его центральной части, преимущественно у ВПП, снимает данные о скорости и направлении ветра. Полученные данные обрабатываются центральным компьютером, и результаты выдаются на борт ВС, выполняющего посадку или готовящегося ко взлету. Однако система не может предупреждать о ситуациях, когда СВ только прогнозируется. В 1992 была испытана наземная система прогнозирования СВ, которая получила название Terminal Doppler Weather Radar. Испытания проходили в аэропортах Orlando, Fla и Denver Stapleton. Система, как и бортовые системы, основана на использовании микроволновых и доплеровских радаров, принцип действия которых аналогичен рассмотренным бортовым системам. К середине 1994 года такая система была установлена более чем в 40 аэропортах США. Однако даже при наличии этой системы необходимо ее взаимодействие с бортовыми системами обнаружения СВ в силу слабой прогнозируемости этого явления.

Немаловажную роль играет служба прогноза погоды, которая заблаговременно предупреждает пилотов о приближении сдвига ветра. Прогнозы

значительного СВ на малой высоте в нижних слоях атмосферы в районах аэропортов передаются из службы погоды в главный центр управления воздушным движением (УВД), откуда они направляются в аэропорты в виде рекомендаций. Рекомендации передаются через каждые 2 – 3 часа. Информация содержит данные о направлении и скорости ветра по обеим сторонам фронтальных зон, время, в течение которого эти условия будут оказывать влияние на метеобстановку в аэропорту, и причину СВ.

На борт информация передается автоматически информационной службой аэропорта.

Еще одним направлением решения проблемы СВ, которое сохраняет свою актуальность до полного ее решения, как у нас в стране, так и за рубежом, является разработка и совершенствование рекомендаций экипажу, направленных на повышение безопасности полета в условиях СВ, по результатам математического моделирования динамики полета ВС с учетом влияния различных изменений метеословий.

Здесь необходимо помнить, что тренированный пилот в экстремальных условиях ведет себя как оптимальный линейный автомат. Поэтому при тренировках экипажей на тренажерах по парирования СВ необходимо:

– поставить пилота в условия возникновения наиболее опасного СВ для данного типа ВС;

– обосновать оценку качества пилотирования ВС в условиях СВ. Если первое требование выдвигает необходимость поиска критических профилей СВ для данного типа ВС и для конкретного пилота (критический профиль дает возможность сертификационной оценки системы автоматического управления ВС на предмет парирования СВ), то второе является базой для выработки рекомендаций по пилотированию ВС в директорных и автоматических режимах полета ВС.

Выводы

Анализ авиационных происшествий показывает, что одним из основных факторов, прямо или косвенно влияющих на БП, является сдвиг ветра. Следует отметить, что частота авиационных проис-

шествий в мире за 2013 год снизилась на 13 %, составив 2,8 на миллион вылетов по сравнению с 2012 годом, где 3,2 на миллион вылетов. Поэтому, проблема снижения АП и повышения БП до сих пор остается нерешенной в достаточной мере.

В каждый момент полета предельные значения сдвига ветра, при которых еще возможен благополучный исход полета, могут меняться, а это усложняет задачу пилота по устранению возникшей нестандартной ситуации.

Экипаж до сих пор не имеет возможности располагать абсолютно точной и достоверной информацией о приближении сдвига ветра, поэтому исследование поведения воздушных судов при сдвиге ветра, разработка алгоритмов передачи на борт ВС изменений параметров его движения, обоснование рекомендаций членам экипажа, гарантирующих безопасность летной эксплуатации при попадании воздушного судна в область сдвига ветра, является актуальной задачей.

Список литературы

1. *Аварийность самолетов с СДД стран-членов ИКАО при всех видах полетов за период эксплуатации с 1982 г. по 1992 г. Обзор №642/ПЯ8759, руководитель Полтавец В.А. – №ГРХ74579. – М., 1987. – 74 с: ил. – Ответственный исполнитель Пляцек А.В.*
2. *Берард А.Дж. мл. Причины, порождающие сдвиги ветра в атмосфере, и методы их обнаружения / А.Дж. Берард мл. // Аэрокосмическая техника. – 1983. – Т.1, №3. – С. 13-20.*
3. *Обрубов А.Г. Динамика полета в условиях сдвига ветра / А.Г. Обрубов, В.Е. Грязин // Труды ЦАГИ. – 1983. – вып. 2163. – 24 с.*
4. *Lopez R.L. FA A moves out on solving windshear problem / R.L. Lopez, J.R. Wilson // Interavia. – 1989. – 44, №3. – P. 260-263.*
5. *Luers J. The effect of heavy rain on wind shear attributed accidents. / J. Luers, P. Haines // ALAA Pap. – 1981. – №390.*

Поступила в редколлегию 16.01.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.И. Осадчий, Кировоградский национальный технический университет, Кировоград.

ВПЛИВ ЗСУВУ ВІТРУ НА БЕЗПЕКУ ПОЛЬОТІВ ТА НАПРЯМКИ ЇЇ ПІДВИЩЕННЯ

Н.І. Обідін, Т.Р. Буран

В цій публікації показано, що рішення проблеми безпеки польотів повітряних суден (ПС), під час заходу на посадку та злету, багато в чому залежить від урахування впливу на закінчення польоту несистемних факторів, до котрих треба віднести турбулентність, зсув вітру (ЗВ), зливові опади і т.д. Аналіз впливу різноманітних метеорологічних явищ на безпеку польотів (БП), а також способів підвищення БП під час етапів злету та посадки, дозволяють визначити подальші напрямки досліджень в області підвищення безпеки польотів повітряних суден в несприятливих умовах.

Ключові слова: складні метеоумови, зсув вітру, безпека, дослідження, льотні випробування, турбулентність.

WIND SHEAR INFLUENCE ON FLIGHT SAFETY AND WAYS OF ITS INCREASING

N.I. Obidin, T.R. Buran

This publication deals with the solution for flight safety problem of aircraft during take off and coming to land depends largely on the account of influence on the outcome of the flight off-system factors, which should include turbulence, wind shear, storm rainfall, etc. There was provided analysis of influence of different meteo phenomenon upon flight safety as well as methods of increasing flight safety during takeoff and landing. There was determined ways of further research for increasing the safety of flights of aircraft in adverse weather conditions.

Keywords: bad weather, wind shear, safety, research, flight tests, turbulence.