Flight Safety
DIGEST
AUGUST 2004

Стабилизированный заход и правильное выравнивание - ключи к предотвращению грубых посадок

Данный материал призван обратить внимание летного и командно-летного состава на необходимость кардинального изменения отношения к грубым посадкам, их фактам, способам определения грубой посадки, а так же **–** в очередной раз указать на высокую важность обеспечения стабилизированного захода на посадку.

Как следует из переведенной мною статьи, опубликованной в августе 2004г в FLIGHT SAFETY DIGEST, **основной метод определения вероятности грубой посадки – доклад экипажа**, при этом использование датчиков перегрузки тоже рекомендовано, как средство контроля. Датчики перегрузки, по их конструкции и расположению, в первую очередь предназначены для измерения перегрузки в полете. Погрешность их на земле может достигать 0.4g.

Это значительная цифра, которая, в общем, дает ответ на постоянные вопросы наших пилотов – почему разные по ощущениям посадки могут показать одинаковую зафиксированную перегрузку? Сегодня сел очень мягко, но перегрузка 1.5, завтра жестче – но те же 1.5?...

По привычке, основным методом инициирования осмотра ВС на предмет грубой посадки остается выявление перегрузки сверх порогового значения (2.1, например, для Б-737). Однако, это неэффективно (ВС может слетать несколько рейсов) и, как мы видим, **недостаточно** объективно, о чем написано в тексте статьи.

Опять же, мы устанавливаем критерии оценок на посадке, ориентируясь на измеренную перегрузку. Как видно из данной статьи – такой подход не имеет основания. Очень много погрешностей, наложений. Год назад в ответе мне, Боинг написал примерно то же самое «не надо ничего высчитывать [в попытке определения прироста перегрузки при касании]. Если выявлена перегрузка более 2.1 – выполняйте соответствующий осмотр согласно AMM».

Я предлагаю выстроить следующую систему:

1. При **любом** подозрении на грубую посадку – экипаж фиксирует это в TLB для проведения maintenance inspection. При этом, если позволяет время, **могут** использоваться данные с FDR.
2. Если по данным FDR выявлено значение перегрузки выше 2.1 (согл. AMM B-737) – так же, проводить maintenance inspection, при условии невыполнения пункта 1.
3. Нам <u>придется</u> проводить расследование. Однако, при проведении оного, следует определить:
   a) было ли экипажем доложено о подозрении на грубую посадку
   b) были ли проведены оперативные работы по Phase I
   c) выявлены ли какие-либо повреждения?

   Если все было сделано **правильно** и осмотр **не выявил** повреждений, считать, что факт грубой посадки **не подтвердился**. Экипаж от полетов <u>не отстранять</u> *(ведь вряд ли он садит «не мягко» систематически и намеренно!),* однако, расследование провести - в целях определения факторов, приведших к «жесткой посадке», определить, была ли она оправдана, была ли возможность избежать и т.п.

Я предлагаю обратить большее внимание на место приземления ВС, на стабилизированность захода, нежели на «мягкость» посадки. Да, мы не должны бить самолет о землю, это понятно. Но мы не должны ставить во главу угла «мягкую посадку любой ценой». «Любая цена» для нас – это очень дорого.

Мы **должны** добиться от экипажей:

a) **четкого** понимания **опасности** грубой посадки,
b) **четкого** понимания причин, которые могут привести к ней,
c) **четкого** понимания того, что грубую посадку **можно** предотвратить даже на этапе выравнивания.

Мы сами должны **поощрять** экипажи – делать сообщения о возможной грубой посадке, т.к. это ускорит проведение maintenance inspection и предотвратит вылет ВС с повреждениями, которые могут обойтись дорого.

Экипажи **НЕ ДОЛЖНЫ** бояться сделать запись о подозрении на грубую посадку.

Они должны **быть уверены в нормальной реакции** авиакомпании на это, и «**НЕ**нормальной» – на отсутствие подобной записи. Однако, я не зря поставил кавычки – необходимо учитывать погрешность измерения данных.

Прочитайте данный материал. Он очень интересен.

Стабилизированный заход и правильное выравнивание – ключи к предотвращению грубых посадок

В зарубежных авиакомпаниях основным способом определения факта грубой посадки является доклад экипажа, связанный с их подозрением на таковую, однако, данные датчиков тоже могут быть полезными для определения силы столкновения с ВПП до проведения соответствующих технических инспекций. ***Примечание:*** *В современной России преобладает обратный подход, традиционный советский.* **История авиапроисшествий показывает то, что грубые посадки часто являются причиной повреждения ВС и иногда приводят к человеческим жертвам.**

Статистика говорит о том, что грубые посадки составляют значительную часть всех авиапроисшествий (АП), происшедших с западными ВС. Из 385 АП в период с 1993 по 2002гг, 54 были связаны с грубыми посадками. (Таблица 1, страница 4) [1]

Количество АП по причине грубых посадок превзошло количество АП по другим причинам – выкатывания при посадке (52), выкатывание вбок при посадке (42), поломка шасси при посадке или взлете (38) и контролируемый полет в землю (CFIT; 33). [2]

Из 70 случаев грубых посадок, проанализированных в данной статье, три имеют человеческие жертвы и серьезные травмы; другие – серьезные травмы, но без жертв[3]. В 66 АП были незначительные травмы и/или без них.

Табл. 1

Table 1
Accidents Involving Western-built Large Commercial Jet Airplanes, 1993–2002[1]

Airplane Generation	Controlled Flight Into Terrain	Loss of Control	Midair Collision	In-flight Fire	Fuel Tank Explosion	Off End on Landing	Off Side on Landing	Landing: **Hard Landing**	Landing: Landed Short	Landing: Landing-gear Collapse/Fail/Up	Ice/Snow	Fuel Management/Exhaustion	Wind Shear	Takeoff Configuration	Refused Takeoff — Off End	Off Side on Takeoff	Runway Incursion Vehicle/People	Wing Strike	Engine Failure/Separation	Ground Collision	Ground Crew Injury	Boarding/Deplaning	Turbulence Fatality	Miscellaneous[2]	Fire on Ground	Aircraft Structure	Unknown	**Total**
First[3]	3	6	0	1	0	7	3	3	3	6	0	2	0	1	1	0	0	2	1	0	0	0	0	2	1	0	2	**44**
Second[4]	16	5	0	4	0	17	23	11	10	12	2	2	1	1	6	1	1	1	1	2	1	0	0	3	1	2	4	**127**
Early wide-body[5]	3	0	1	1	1	4	2	5	1	5	1	1	0	0	3	2	0	0	5	3	1	0	1	3	3	2	0	**48**
Current[6]	11	12	1	1	1	24	14	35	3	15	1	2	1	2	3	3	8	0	4	4	1	2	1	8	3	2	4	**166**
Total	**33**	**23**	**2**	**7**	**2**	**52**	**42**	**54**	**17**	**38**	**4**	**7**	**2**	**4**	**13**	**6**	**9**	**3**	**11**	**9**	**3**	**2**	**2**	**16**	**8**	**6**	**10**	**385**

[1] Data include airplanes heavier than 60,000 pounds/27,000 kilograms maximum gross weight, except those manufactured in the Commonwealth of Independent States and commercial airplanes in military service.

[2] Miscellaneous accidents included the following: coffee-maker explosion, instrument error, flight attendant fall from door, jet blast, pilot incapacitation and turbulence injury.

[3] First-generation airplanes include the following: Boeing 707 and B-720; Breguet Mercure; Convair CV-880/-990; de Havilland Comet 4; Douglas DC-8; and SUD-Aviation Caravelle.

[4] Second-generation airplanes include the following: Boeing 727 and B-737-100/-200; British Aircraft Corp. BAC 1-11; de Havilland Trident; Fokker F.28; Douglas DC-9; and Vickers VC-10.

[5] Early wide-body airplanes include the following: Airbus A300; Boeing 747-100/-200/-300/SP; Lockheed L-1011; and Douglas DC-10.

[6] Current airplanes include the following: Airbus A300-600, A310, A320/319/321, A330 and A340; Avro RJ-70/-85/-100; BAE Systems 146; Boeing 717, B-737-300/-400/-500/-600/-700/-800/-900, B-747-400, B-757, B-767 and B-777; Fokker 70 and Fokker 100; and McDonnell Douglas MD-11 and MD-80/-90.

Source: The Boeing Co.

12 самолетов (17%) были разрушены в результате грубой посадки, и 47 ВС (67%) получили значительные повреждения. 11 ВС получили незначительные повреждения за этот период по причине грубых посадок.

Нет точного определения «грубой посадки»

Удивительно, но универсального определения грубой посадки **не существует**! (*обращаю внимание – **denokan***). ИКАО присвоило код 263 докладу о грубой посадке, однако, не предлагает определение данному событию.[4]

Милтон Уилей, технический служащий ИКАО, говорит о том, что база данных ИКАО по катастрофам и инцидентам (ADREP) относит грубые посадки в категорию событий, включающих *ненормальный контакт с ВПП*.[5]

«Действительно, не существует быстрого и однозначного правила для доклада о грубой посадки», говорит Уилей. «Все возложено на того, кто наблюдает».

Совет по Безопасности на Транспорте Канады и Французское Бюро Анализа Безопасности Гражданской Авиации являются примерами тех организаций, которые используют приведенный вы-

ше код события по ИКАО, однако, не имеют формального определения грубой посадки.[6,7]

NTSB (США), определяет грубую посадку, как *«падение на ВПП или полет в ВПП или другую поверхность, предназначенную для посадки с ненормальной вертикальной скоростью».*[8]

Жак Леборн, старший директор по разработке структур Airbus, определяет грубую посадку, как *«нагрузку, которая превышает ограничение, установленное Объединенными Европейскими Требованиями Летной Годности (JAR) и требованиями Федеральных Авиационных Правил для Сертификации Транспортных Категорий Самолетов США».*

Шасси самолета поглощает удар

При посадке, кинетическая энергия (вертикальная, боковая, обратная нагрузки и т.п.) в момент касания поглощается конструкцией шасси. Основная часть энергии поглощается амортстойками шасси.

В нормальных условиях, нагрузка на шасси пропорциональна массе ВС. Чем больше масса ВС, тем больше потребная посадочная скорость. Если угол наклона глиссады одинаков, то более высокая скорость на заходе приводит к увеличению вертикальной скорости и, к более высокой нагрузке на шасси, которая пропорциональна квадрату прироста вертикальной скорости. Например, 20-процентный прирост вертикальной скорости (1.2 от нормальной) увеличивает фактор нагрузки на шасси в момент приземления на 44% (1.2^2 = 1.44).[11]

Шасси сконструировано с определенным запасом прочности, который превосходит требования по сертификации, или же, включает в себя ломкие элементы, которые обеспечивают отделение шасси от крыла при определенной нагрузке, превышающий установленный предел. Нагрузки, не поглощенные шасси, передаются обычно на узлы крепления шасси, на крыло, фюзеляж или обшивку.

Правила сертификации[12,13] требуют того, чтобы **конструкция шасси** имела избыточный запас прочности, достаточный для выдерживания удара о поверхность с вертикальной скоростью 720 фут/мин при максимальной посадочной массе.

Примечание: *по правилам сертификации, конструкция ВС Б-737 обеспечивает выполнение посадки с вертикальной скоростью в момент касания* ***600 фут/мин*** *при максимальной посадочной массе и* ***360 фут/мин*** *при максимальной взлетной массе без появления структурных повреждений -* ***denokan***

Была ли посадка «грубой» или всего лишь «жесткой»?

В начале своей летной карьеры пилоты обычно стремятся производить как можно более мягкие посадки, в которых переход от полета к движению по земле практически незаметен. Типичный «smooth touchdown» обеспечивается за счет выдерживания ВС над землей, замедляя ВС до скорости лишь немного большей скорости сваливания.[14]

Потеря скорости в процессе увеличенного выдерживания, тем не менее, может привести к внезапной, быстрой потере высоты и грубой посадке.[15] При эксплуатации турбореактивных ВС обычно предпочтительней нормальная методика выравнивания, которая приводит к мягкой посадке в пределах зоны приземления. Несмотря на это, «уверенная», **«жесткая» посадка может быть более подходящей** в некоторых случаях (например, боковой ветер, ограниченная и/или скользкая ВПП).

Главное преимущество «жесткой посадки» заключается в уменьшении риска выкатывания за пределы ВПП. Уверенное приземление обеспечивает своевременное нагружение колес, улучшая эффективность торможения. Жесткая посадка также позволяет быстрей опустить переднюю ногу, уменьшая тем самым угол атак и, опять же, улучшая эффективность торможения колес.

Тем не менее, как следует из доклада капитана Б-737 по системе ASRA (Aviation Safety Reporting System, *аналог Системы добровольных сообщений, я думаю* - ***denokan***) в NASA, разница между «жесткой» и «грубой» посадкой может быть не очевидной.

Капитан пишет, что визуальный заход и посадка были им выполнены нормально, однако, самолет «скозлил» при приземлении. После отделения, тангаж увеличился и оба пилота – КВС и 2п отдали штурвал «от себя». Как говорит капитан, повторное касание и пробег не показались ему необычными.

«После покидания самолета на стоянке, я спросил второго пилота, следует ли мне записать подозрение на грубую посадку», говорит капитан. «Мы пришли к мнению, что несмотря на то, что данная посадка не потешила мое самолюбие, ее нельзя расценить как грубую».

Бортпроводник, который занимал место в хвосте самолета, так же сказала капитану, что посадка не кажется ей грубой, и не было касания ВПП хвостовой частью ВС. При проведении послеполетного осмотра капитан не обнаружил никаких видимых повреждений. Экипаж, выполнивших два последующих полета, тоже не обнаружил никаких видимых повреждений конструкции ВС. Тем не менее, при проведении планового осмотра техсоставом, была обнаружена трещина длиной 20 см на обшивке фюзеляжа спереди от tail-skid.[17]

Разные ощущения от посадки у экипажа и бортпроводников также нашли отражение в сообщении в систему ASRS вторым пилотом MD-11.

«Мы приземлились с попутным ветром около 5 узлов», говорит он. «Посадка была нами оценена как жесткая, но не грубая. После возвращения в базовый аэропорт, через 30 часов, бортпроводник пожаловалась, что у нее болит спина после грубой посадки. Для нас это стало новостью, мы не считали, что посадка была грубой».[18]

Капитан А-320 доложил в ASRS, что после посадки, которую он расценил как «более жесткую, чем обычно», пассажирка пожаловалась на то, что она «повредила колено» в момент посадки. Капитан отправил пассажирку к агенту по посадке и позже, когда решил поинтересоваться состоянием пассажирки,

обнаружил ее в окружении двух медиков.

«Она неплохо выглядела, была в неплохом расположении духа и пыталась шутить, что это была грубая посадка, однако, она присутствовала и при худших», пишет капитан. «Я сказал, что в моей жизни тоже. Один из врачей спросил меня о посадке, и я ответил, что она показалась мне немного более жесткой, чем обычно, однако, не травмоопасной».

Капитан также сказал, что позже компания сообщила ему о жалобах других пассажиров на грубую посадку.[19]

Запрос пилотов на проведение работ

В докладе Бюро по Расследованию Авиапроисшествий (AIBB), посвященному расследованию грубой посадки в Lilingwe, Malawi, случившейся 5 апреля 1997г в Великобритании, отмечено, что *«технические документы **настоятельно требуют**, что пилот должен принять решение о необходимости проведения инспекции ВС при подозрении на грубую посадку»*[20]

Данное АП случилось с Б-747-400 при выполнении визуального захода в условиях ливневого дождя. В докладе отмечено, что КВС не разрешил второму пилоту включить его [КВС] стеклоочиститель, т.к. при предыдущем включении звук, производимый им, показался капитану раздражительным.

«Вероятно, дождевые потеки искажали визуальную картинку перед глазами капитана», говорится в докладе. «Искажение было бы сведено к минимуму, если бы стеклоочистители были задействованы».

Капитан не выровнял самолет перед касанием. ВС, имевшее массу, близкую к максимальной посадочной, «скозлило». Второй пилот, обнаружив, что ВС при этом уклоняется вбок, объявил об уходе и установил полную тягу двигателям.

Экипаж выполнил повторный заход и нормальную посадку. При рулении на стоянку экипаж получил доклад от инженера (SMM), который находился в салоне, что в момент первой посадки выпали маски и видеоэкраны. КВС попросил данного инженера провести инспекцию из-за подозрения на грубую посадку.

Второй пилот и SMM произвели внешний осмотр ВС, но не нашли повреждений.

«Во время осмотра SMM, по своему опыту, обращал внимание на отсутствие повреждений пневматиков, целостности конструкции шасси, на общее состояние фюзеляжа и двигателей», указывается в докладе. «Признаков повреждений не было обнаружено».

Далее, SMM выполнил работы по Phase I, указанные в AMM.

«Данная процедура занимает четыре листа в AMM и в основном заостряет внимание на шасси, пилонах двигателей, на креплении двигателей на крыле», говорится в докладе. «В дополнение к пунктам, указанным в Phase I, инженер, основываясь на личном опыте, произвел несколько других прове-

рок, таких как открытие/закрытие всех дверей ВС, багажных люков, обращая внимание на любый признаки смещения».

Шестичасовой осмотр не выявил никаких повреждений. Поэтому, SMM не требовалось проводить более детального осмотра по Phase II. Несмотря на это, инженер заполнил специальную форму Acceptable Deferred Defect, требовавшую произведения работ по Phase I после возвращения в Лондон.

«Во время повторной инспекции по Phase I, в Гатвике, признаки повреждения обшивки были обнаружены позади крыла, в виде чередования вмятин».

Последовавшая за этим инспекция по Phase II выявила структурные повреждения. После продолжительного ремонта ВС было допущено к полетам 1 июня 1997 года.

В докладе отражено то, что системой ACARS была зафиксирована посадка с вертикальной скоростью 1070 фут/мин при значении вертикальной перегрузки в 2.8g. Данные не были доступны экипажу и SMM. После данного происшествия, авиакомпания перепрограммировала систему таким образом, чтобы экипаж получал распечатку при фиксировании перегрузки 1.8 и более при касании.

Исходя из практики расследований, AIBB рекомендовала Государственной службе гражданской авиации Великобритании (U.K. CAA) обсудить «методы оценки грубости посадки, основанные на регистрировании параметров движения ВС в момент приземления» для помощи летным экипажам в определении необходимости проведения инспекции на предмет грубой посадки.

!Обращаю внимание – denokan! Данная рекомендация не была принята (!). В ответе, официальные авиационные власти указали *«Доклад экипажа является проверенным и надежным методом определения грубой посадки. В указанном событии экипаж правильно определил факт грубой посадки и правильно потребовал проведение инспекции. CAA* ***не считает оправданным*** *установку специального оборудования, к которому будет постоянно обращаться экипаж для определения факта грубой посадки».*

!Поразительное мнение! – denokan.

Данные регистраторов помогают определять проблемы

Очень важная глава. И веселая с т.з. нашего СССР ☺ - denokan

В докладе в ASRS второй пилот DC-9 пишет о том, что его авиакомпания использовала данные бортовых регистраторов для того, чтобы определить, был ли он вовлечен в случаи недоложенных грубых посадок.

«Ни одну посадку с моим участием нельзя было обоснованно расценить как грубую», пишет он. «Моя компания не дает определения грубой посадке, равно как и не учит методам ее оценки для последующего доклада**. Меня беспокоит то, что компания снимает бортовые самописцы для изучения полетных данных, так как конструкция их не кажется предназначенной для определения качества посадки**».[22]

Airbus и Boeing в своих AMM указывают цифры вертикального ускорения в момент посадки, как пороговые значения для **обеспечения** проведения осмотра на случай **возможной** грубой посадки.

AMM Airbus рекомендует, что инспекция на предмет возможной грубой посадки должна быть проведена в случаях доклада экипажа, и цифровой регистратор данных (DFDR) или его аналог регистрирует вертикальную скорость и/или ускорение в момент приземления, которые превышают указанные значения, зависящие от типа ВС и его посадочной массы. Так, например, пороговое значение ускорения для A340-300 равно 1.75 при массах, меньших чем максимальная посадочная. [23]

Пороговые значения для самолетов Boeing варьируются от 1.8 для B-747 до 2.2 для B-737 (в случае установки регистраторов, записывающих данные с частотой 16 раз в секунду).[24]

Тем не менее, Боинг рекомендует из условий ограничения оборудования, измеряющего вертикальное ускорение, что данные регистраторов должны использоваться **лишь для проверки докладов экипажей о подозрении на грубую посадку.**

«Существуют врожденные погрешности при использовании датчиков вертикального ускорения», говорит капитан **Дэвид Карбо**, шеф пилот фирмы Boeing. «Обычно такие датчики располагаются в самолете в определенных местах, для лучшего измерения полетной перегрузки. Они так же **могут** быть использованы для измерения перегрузки на посадки; однако, из-за их расположения в самолете и ошибок, возникающих при движении ВС по земле и других факторов, **погрешность их может достигать 0.4g**»

Записанные значения вертикальных ускорений могут меняться как по продолжительности, так и по направлению и они зависят от многих факторов, таких как масса ВС, центровка, движение (например, скорость снижения, скольжение, изменение тангажа, крена, рысканья и т.п.), внешних воздействий (например, порыв ветра) и воздействий конструкции (например, гармонические колебания и вибрации).

«Исходя из соображений конструкции FDR и датчиков, **нельзя** рекомендовать использование зарегистрированных значений вертикального ускорения как **единственный** критерий для инициирования специального осмотра на предмет грубой посадки», говорит Boeing.[26] «В большинстве ситуаций, невозможно определить – является ли записанная перегрузка минимальной или максимальной или это какое-либо среднее значение, отнесенное ко всей конструкции ВС в целом».

Боинг рекомендует проведение инспекции на предмет возможной грубой посадки в случае доклада экипажа, даже если зарегистрированное значение перегрузки не превышает пороговое значение в AMM.

«Опыт эксплуатации показал, что большинство экипажей докладывают о подозрении на грубую посадку в случае приземления с вертикальной скоростью, превышающей примерно 240 фут/мин», отмечает Боинг. «Прошлый

опыт также указывает на то, что оценка посадки экипажем является наиболее надежным критерием из-за сложностей с обработкой данных бортовых регистраторов».

Посадка как «тонна кирпичей»

Ни Boeing, ни Airbus не предлагают экипажам рекомендации по способам определения грубой посадки. Карбо говорит, что такая посадка, при которой удар о ВПП будет достаточно сильным для того, чтобы нанести повреждения ВС, будет очевидной для экипажа.

«Мы не указываем конкретно, что такое грубая посадка», говорит он. «Если мне придется давать определение, я скажу, что это та посадка, после которой пилот верит в то, что возможны структурные повреждения и требуется проведение технического осмотра».

«Когда ты роняешь самолет, ты знаешь это. Грубая посадка – это тогда, когда ты приземляешься, как тонна кирпичей. Предполагается, что пилоты запишут подозрение на грубую посадку; из соображений безопасности пассажиров и следующего экипажа последние, как минимум, должны получить осмотренный самолет».

Леборн сказал, что процедуры предполетного и послеполетного осмотра, рекомендованные Airbus, не включают специфическую информацию по проверке на предмет повреждений от грубой посадки.

Карбо говорит, что линейные пилоты обычно не проводят послеполетный осмотр и что он может не выявить следы грубой посадки. Повреждения хвостовой пяты, ниши передней стойки шасси, течь топлива, отсутствующие заклепки или наличие трещин, вмятин на фюзеляже могут быть очевидными. Другие повреждения, такие как треснувшая, но не текущая стойка шасси, могут не быть очевидными.

«Вы ведь не собираетесь ползать по всему самолету, чтобы добраться до всех этих внутренностей», говорит он. «Такие процедуры – дело технического состава».

Джон Ферранте, менеджер линейной инженерной службы American Airlines говорит о том, что он не стал бы рекомендовать экипажам производить послеполетный осмотр с целью подтверждения или опровержения факта грубой посадки.[27]

«Пилоты не обучены этому», говорит он. «В некоторых случаях, пилоты не имеют доступа к тем местам, которые возможно, повреждены». Например, если произошло грубое опускание передней ноги, повреждение обшивки сверху за кабиной может показать следы повреждения. Вероятно то, что лучшей индикацией для пилота о возможной грубой посадки являлся факт высокой вертикальной скорости в момент приземления. Если есть сомнения в этом, мы можем загрузить данные регистратора **для помощи** в определении необходимости проведения инспекции.

Ферранте отметил, что экономические последствия от грубой посадки зависят от многих факторов, таких как затраты

на работы, время простоя ВС. Он сказал, что визуальный осмотр по Phase I обычно занимает от полутора часов до двух, а более детальная Phase II - примерно восемь часов, плюс любое время, потребное на устранение повреждений».

Карбо сказал, что цена ремонта после грубой посадки может стоить несколько миллионов долларов. Некоторые возрастные ВС были списаны, т.к. затраты на их ремонт были бы неоправданными.

«Затраты на ремонт превышали затраты на списание», говорит он. «Страховым компаниям выгоднее заплатить пару миллионов для списания борта, чем три на его ремонт».

Стабилизированный заход на посадку уменьшает риск

Специалисты по безопасности полетов считают, что стабилизированный заход значительно уменьшает риск грубой посадки.

«Грубая посадка обычно является результатом нестабилизированного захода, выполненного в сложных ситуациях», говорит Карбо. «Экипажи должны понимать, что вплоть до последнего момента, непосредственно перед приземлением, у них есть возможность ухода на второй круг. Если дела идут не так, как хотелось бы и Ваш заход нестабилизирован, уход на второй круг будет правильным решением».

Таблица 2 (стр. 9) показывает элементы стабилизированного захода, которые рекомендованы Flight Safety Foundation (FSF) Approach-and-Landing Accident Reduction (ALAR) Task Force.[28] Экипаж должен выполнить уход на второй круг, если заход становится нестабилизированным ниже 1000 футов AFE в приборных метеорологических условиях (IMC), или ниже 500 футов AFE в визуальных метеорологических условиях (VMC).

Неготовность капитана A300 выполнить стабилизированный заход или уйти на посадку отмечена в расследовании NTSB случая авиационного происшествия, которое произошло в Антигуа, Св.Джонс, 6 февраля 1997г.[29] Экипаж выполнял неточный заход на посадку, днем, в условиях VMC. На высоте 1000 футов AGL они установили визуальный контакт с ВПП и определили, что ВС находится «немного выше». По мнению экипажа, на высоте 500 футов AGL ВС находилось на нужном профиле. При этом скорость превышала расчетную Vapp на 15 узлов, а двигатели работали на режиме МГ.

Капитан (PF) увеличил тангаж с 0.5 градуса до 9. Вертикальная скорость снижения уменьшилась с 1700 фут/мин до 1000 фут/мин, а угол траектории снижения уменьшился с 5.8 до 2.7 градусов. Капитан сказал, что он начал выравнивание примерно на 30 футах AGL, а затем, перед касанием, увеличил взятие «на себя», чтобы смягчить касание.

ВС отскочило от ВПП. Тангаж увеличился до 9 градусов, и ВС ударилось хвостовой частью. Повреждены пять панелей на нижней стороне фюзеляжа, сломаны три стойки шасси, гофрирован пол пассажирской кабины, повреждены

Table 2
Recommended Elements of a Stabilized Approach

All flights must be stabilized by 1,000 feet above airport elevation in instrument meteorological conditions (IMC) and by 500 feet above airport elevation in visual meteorological conditions (VMC). *An approach is stabilized when all of the following criteria are met:*

1. The aircraft is on the correct flight path;
2. Only small changes in heading/pitch are required to maintain the correct flight path;
3. The aircraft speed is not more than V_{REF} + 20 knots indicated airspeed and not less than V_{REF};
4. The aircraft is in the correct landing configuration;
5. Sink rate is no greater than 1,000 feet per minute; if an approach requires a sink rate greater than 1,000 feet per minute, a special briefing should be conducted;
6. Power setting is appropriate for the aircraft configuration and is not below the minimum power for approach as defined by the aircraft operating manual;
7. All briefings and checklists have been conducted;
8. Specific types of approaches are stabilized if they also fulfill the following: instrument landing system (ILS) approaches must be flown within one dot of the glideslope and localizer; a Category II or Category III ILS approach must be flown within the expanded localizer band; during a circling approach, wings should be level on final when the aircraft reaches 300 feet above airport elevation; and,
9. Unique approach procedures or abnormal conditions requiring a deviation from the above elements of a stabilized approach require a special briefing.

An approach that becomes unstabilized below 1,000 feet above airport elevation in IMC or below 500 feet above airport elevation in VMC requires an immediate go-around.

Source: Flight Safety Foundation Approach-and-landing Accident Reduction (ALAR) Task Force (V1.1, November 2000)

стрингеры в хвостовой части. Никто из 170 человек на борту не был травмирован.

На момент происшествия, руководство по производству полетов авиакомпании включало рекомендации по стабилизированному заходу, однако, не давало информации о том, что экипаж должен сделать, если заход становится нестабилизированным. В докладе отмечено, что отсутствие таких рекомендаций стало одним из факторов, ставших причиной авиационного происшествия. После события, авиакомпания доложила в NTSB об адаптации рекомендаций FSF ALAR Task Force по установлению и поддерживанию политики выполнения ухода на второй круг.

Фактор ветра

Обычная техника посадки – привести самолет на торец ВПП на высоте 50 футов – измеренной от шасси ВС – на скорости захода (Vref = 1.3 от скорости сваливания ВС в посадочной конфигурации) плюс коррекция на встречный ветер.

Типичные коррекции на ветер заключаются в добавлении 5 узлов в штиль, или половину встречного ветра плюс полное значение порыва ветра; поправка не должна превышать 20 узлов. Например, при встречном ветре 10 узлов, порыв 20 узлов – скорость захода на посадку будет равна Vref+15. Составляющая поправки на встречный ветер (5 узлов в примере) должна быть «выброшена» к моменту начала выравнивания, в то время, как составляющая порыва (10 узлов в примере) должна сохраняться до касания.[30]

Поправка на ветер применяется для встречной составляющей ветра и порывов. Общее правило увеличения Vref – добавить 50% для строго встречного

ветра, 35% для ветра под углом 45 град и 0% для строго бокового, и интерполировать промежуточные значения.[31]

Примечание**: на ВС Б-737 поправка на ветер применяется при неиспользовании автомата тяги или, если планируется его отключение до касания. При использовании автомата тяги до касания, поправка составляет 5 узлов - **denokan

Неспособность капитана Lockheed L-1011 выдержать правильную скорость захода была отмечена NTSB в расследовании случая грубой посадки, которая произошла в Мауи, Гавайские о-ва, США, 9 мая 2000 года.[32] Доложенное значение ветра у земли составляло 22 узла с порывами до 27. В докладе говорится, что Vref для данной посадочной массы было 138 уз и при данных условиях, правильная скорость на заходе должна была составлять 150 узлов. В течение последних 10 секунд захода приборная скорость самолета уменьшилась со 143 до 130 узлов.

Все три члена летного экипажа сообщили, что касание было более жесткое, чем обычно, но никто не стал бы его расценивать как грубое. Несколько бортпроводников сказали, что несколько панелей на потолке сместились в момент, когда «самолет хлопнулся о землю». Во время послеполетного осмотра бортинженер обнаружил повреждения задней нижней части фюзеляжа. Последовавшая техническая инспекция выявила повреждения, соотносящиеся с касанием ВПП хвостовой частью.

Борьба с боковым ветром

Неблагоприятные погодные условия – боковой ветер, попутный ветер, сдвиг ветра и т.п. – могут стать причиной нестабилизированного захода на посадку. Резкие и быстрые движения штурвалом, как реакция на воздействие порывов ветра, увеличивают риск грубой посадки, а так же – касания ВПП крылом или двигателем.[33]

Требования JAA и FAA к сертификации транспортных самолетов определяют необходимость продемонстрировать безопасные характеристики управляемости во время посадки на сухую ВПП при ветре как минимум 20 узлов или равной 0.2 Vso (скорость сваливания самолета или минимальная скорость устойчивого полета в посадочной конфигурации), что выше. Тем не менее, не требуется демонстрации возможностей ВС при боковом ветре более чем 25 узлов.

Несмотря на это, большинство современных больших реактивных лайнеров имеют демонстрированные значения бокового ветра, превышающие 25 узлов. Например: 33 узла для A320-100/200, 32 узла для B-747SP, 35 узлов для B-737-300/400/500.

Обычно демонстрированное значение бокового ветра не является ограничением. Некоторые эксплуатанты запрещают экипажам выполнение заходов при ветре, превышающем демонстрированное значение. FAA запрещает вторым пилотам с налетом менее 100 часов на типе выполнять заход при значении бокового ветра 15 узлов и более, кроме случаев полетов с проверяющим

пилотом.[34] При отсутствии подобных запретов пилоты могут выполнять заход даже в случае, если значение бокового ветра превышает демонстрированное, если пилот уверен, что они смогут это сделать безопасно.

Угол упреждения или скольжение?

Обычно, экипажи используют одну из двух методик посадки с боковым ветром.

Методика «crab/de-crab» предусматривает создание угла упреждения, достаточного для выдерживания вектора движения ВС по оси ВПП при полете на предпосадочной прямой. Примерно на высоте 100 футов AGL, пилот отклоняет руль направления по направлению ветра, и отклоняет элероны против ветра с целью предотвращения смещения или же устранения крена, если ВС имеет длинное крыло или двигатели, установленные внизу крыла. Такая методика приводит к одновременному касанию ВПП обоими основными стойками с выдерживанием движения ВС параллельно оси ВПП.

Другая техника посадки заключается в установлении устойчивого скольжения на внешнее к ветру крыло - отклонением руля направления по ветру с целью выравнивания ВС по оси ВПП и отклонением элеронов против ветра с целью создания крена, предотвращающего снос ВС. При этом внешняя к ветру стойка шасси коснется ВПП раньше.

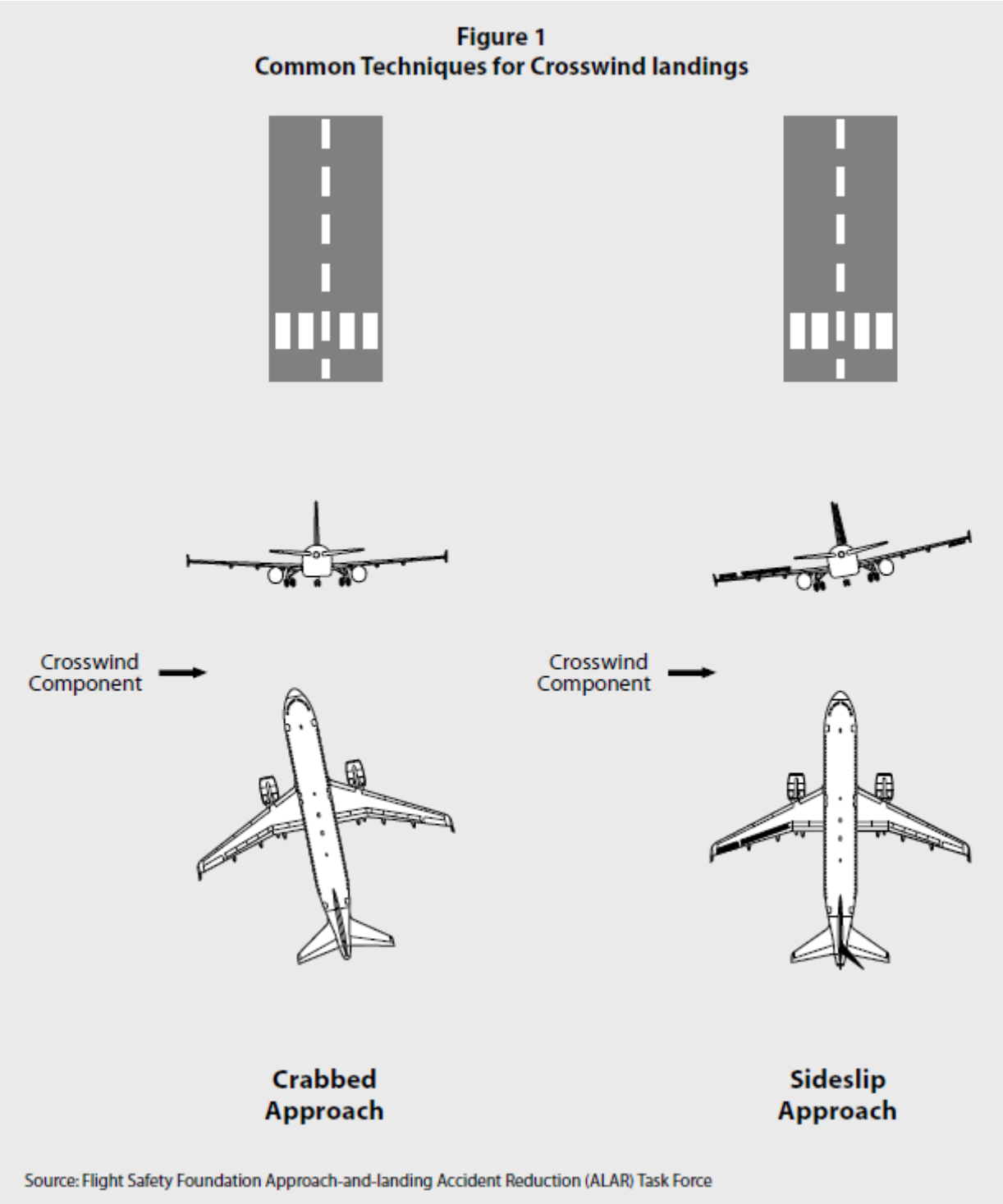
Если в аэропорту имеется две и более ВПП, пилоту следует выполнять посадку на наиболее предпочтительную с точки зрения ветра, ВПП. Тем не менее, множество факторов зачастую делают этот выбор невозможным.

По ИКАО, рекомендованное максимальное значение бокового ветра на ВПП, предназначенной для посадки, не должно превышать 15 узлов, включая порывы.[35] На практике, в большинстве аэропортов предпочитают выбирать ВПП с точки зрения уменьшения шума, нежели направления ветра.[36]

Система выбора ВПП в аэропорту Скипхол, а так же, ошибка экипажа Б-757 в определении боковой составляющей, указаны в списке факторов, отмеченных в расследовании, проведенным Голландским Советом на Транспорте. Авиационное происшествие, связанное с грубой посадкой, произошло в Амстердаме 24 декабря 1997 года.[37]

Доложенное направление ветра у земли было 230 градусов, при скорости ветра 33 узла, с порывами до 45 узлов. Экипаж выполнял заход на ВПП 19П. В докладе отмечено, что система выбора ВПП из условий работы в ночное время не позволила выбрать ВПП 24.

После отключения капитаном (PF) автопилота на высоте 100 футов AGL, курс ВС изменился на 5 градусов вправо, а самолет начало сносить влево. Капитан начал парировать отклонение. Непосредственно перед касанием порыв ветра спровоцировал увеличение приборной скорости с увеличением тангажа; капитан отклонил штурвал «от себя» и уменьшил тягу. Угол сноса в момент касания составлял 8 градусов. ВС коснулось ВПП левой стойкой, после чего произошло грубое опускание



передней ноги с последующим разрушением. ВС проскользило 3000 метров перед тем, как остановиться сбоку от ВПП. Три из 213 человек, находившихся на борту, получили незначительные травмы в процессе аварийной эвакуации.

В докладе о причинах АП указаны следующие факторы:

- «Система выбора ВПП в аэропорту привела к выбору ВПП с большим значением боковой составляющей»;
- «Из-за отсутствия четкого определения ограничений по боковому ветру в документах эксплуатанта, отсутствовал необходимый защитный барьер»;

- «Расчет и/или обсуждение значения бокового ветра привело к продолжению захода на посадку в неблагоприятных погодных условиях»;
- «Отключение автопилота в момент «режима совмещения с осью ВПП» в существовавших условиях ветра привело к нестриммированному состоянию ВС»;
- **Малая высота отключения автопилота по отношению к фактическим условиям ветра не давала пилоту необходимый запас времени для полной адаптации к пилотированию ВС, что привело к грубой посадке с боковым смещением;**

*!!! Обращаю особое внимание на этот выше выделенный пункт, т.к. это то, о чем я столько лет пытаюсь говорить нашим инструкторам – **denokan***

- «Грубое касание передней стойкой, превысившее расчетное значение по нагрузке, привело к поломке шасси».

Опасайтесь попутного ветра!

Попутный ветер является тем случаем, когда необходимо наиболее тщательно подходить к стабилизации параметров при заходе. Ни Boeing, ни Airbus не публикуют необходимость внесения поправок на попутную составляющую ветра. По причине увеличенной путевой скорости необходимо выдерживать повышенную вертикальную скорость при полете на предпосадочной прямой.[38]

Для выдерживания потребной скорости на заходе по мере увеличения вертикальной, тягу необходимо уменьшить. В случае необходимости выполнения ухода на второй круг, можно потерять драгоценные секунды на увеличение тяги с пониженного значения; все это время ВС будет продолжать снижение и существует вероятность касания ВПП до того момента, как двигатели обеспечат тягу, потребную для набора высоты.

JAA и FAA требуют, чтобы «эффект от повышения скорости приземления исследовался» только для посадок с попутным ветром, превышающим 10 узлов. Некоторые ВС сертифицированы по предельному значению попутного ветра 15 узлов (*все Б-737-800 Глобуса и VP-BTA – **denokan***).

ИКАО не рекомендует выбор ВПП на которой попутная составляющая ветра, с учетом порывов превышает 5 узлов. Опять же, отношение к данной рекомендации разное у разных государств. Например, FAA устанавливает ограничение в 5 узлов для чистых сухих ВПП, ограничение повышается до 7 узлов, если анемометры установлены около зоны приземления. FAA не допускает наличия попутного ветра, если ВПП не чистая и не сухая.[39]

Если сомневаемся – уходим!

Несколько грубых посадок случились из-за невыполнения экипажем ухода на второй круг. Некоторые из них произошли тогда, когда заход стал нестабилизированным на выравнивании.

Когда становится слишком поздно для того, чтобы выполнить уход?

«Обычно, в зависимости от типа ВС, после выпуска реверса или наземных спойлеров – вы обязаны только садиться», говорит Карбо. «Иногда, уход в последний момент – за мгновение до того, как вы уроните самолет – не спасет от касания ВПП, но это смягчит удар, и вы сможете продолжить выполнение ухода».

В очередном докладе ASRS капитан А320 обсуждает поздний уход на второй круг, который привел к касанию ВПП. Экипаж выполнял заход за Б-767, и капитан (PF) отключил автопилот на высоте около 800 футов AGL с целью выполнения полета чуть выше глиссады ИЛС. Капитан сообщил, что на высоте около 30 футов ВС попало в спутный след от В-767 и стало резко снижаться. Экипаж А320 начал маневр ухода на второй круг. Двигатели вышли на режим, однако ВС произвело касание с высокой вертикальной скоростью.

Экипаж закончил уход на второй круг и выполнил повторный заход на посадку без происшествий. Никто не пострадал, а последовавшая инспекция ВС не выявила никаких повреждений.[40]

Невыполнение капитаном MD-11 ухода на второй круг, когда заход на посадку стал нестабилизированным в процессе выравнивания, отмечено в докладе NTSB об авиационном происшествии, случившемся в Международном аэропорту г.Ньюарк (штат Нью Джерси, США) 31 июля 1997 года.[41]

ВС выполняло полет с отложенным дефектом – деактивированный реверс тяги. В докладе говорится, что это – вместе с ошибочным расчетом экипажем потребной длины ВПП и недавними неисправностями в системе автоматического торможения – привело к сомнениям экипажа и создали желание произвести посадку как можно ближе к входному торцу с применением немедленного максимального торможения.

Экипаж выполнял заход по ИЛС на ВПП длиной 2501м, и расстоянием 2092м от точки пересечения луча глиссады. Экипаж неправильно рассчитал, что после использования максимального торможения останется лишь 244 метра до конца ВПП. Правильный же расчет – 841 метр.

Погода была хорошей, ветер – слабым. Капитан выполнял заход в ручном режиме. Заход был стабилизирован; ВС находилось на курсе и глиссаде на скорости, лишь на один узел превышающей расчетную (157 узлов). Выравнивание было начато правильно; ВС находилось на высоте около 37 футов, когда капитан начал увеличение тангажа примерно на 2.5 градуса.

После этого, вместо того, чтобы сохранить установившийся тангаж до касания, как это рекомендуется при производстве посадки, КВС отдал штурвал от себя. Оба пилота почувствовали увеличение вертикальной скорости.

Расследование показало, что за секунду до касания у КВС было три варианта действий: смириться с вертикальной скоростью и последующей грубой посадкой; предпринять попытку увеличить режим и тангаж; выполнить уход на второй круг.

В докладе отражено, что уход на второй круг мог предотвратить грубую посадку. КВС выбрал второй вариант –

увеличил тангаж и тягу – от МГ до режима, близкого к взлетному. Вертикальная скорость только-только начала уменьшаться, как ВС грубо ударилось шасси о бетон ВПП. КВС полностью отдал штурвал от себя в попытке остаться на ВПП, однако, ВС отделилось, высота отделения составила 5 футов.

ВС находилось в воздухе около двух секунд. КВС попытался смягчить повторное касание, при этом он еще и отклонил руль направления и элероны влево (в докладе сказано, что комиссия так и не смогла определить с какой целью он это сделал). В момент касания правой стойкой вертикальная скорость составила примерно 810 фут/мин.

«Кинетическая энергия от удара, которая пришлась в правую стойку, в 3.2 раза превысила расчетное значение, вследствие чего произошло ее полное обжатие, что вызвало повреждение задней опоры стойки», говорится в докладе.

Правая стойка подломилась, начался пожар вытекшего топлива. ВС закончило движение за 1563 метра от торца в перевернутом положении.

Пять человек (экипаж) получили незначительные травмы. ВС, стоимостью US$112 млн уничтожено.

В докладе говорится о вероятных причинах АП: «сверхконтролирование ВС капитаном и его неготовность выполнить уход на второй круг при нестабилизированном маневре выравнивания».

Заход может стать нестабилизированным, если пилот использует триммирование в процессе выравнивания. Boeing пишет о том, что пилот может потерять чувство «руля высоты», если происходит триммирование в этот период времени. Если будет применено чрезмерное триммирование, то это приведет к росту тангажа и грубой посадке на основные стойки или на основную и переднюю стойки.[42]

«Экипажам следует триммировать самолет при выполнении захода. Но не на выравнивании», резюмирует Boeing.

Будьте готовы к отделению ВС от ВПП

В FSF Alar Task Force пишется, что «козление» ВС обычно происходит из-за потери визуальных ориентиров, повышенной вертикальной скорости, позднего начала выравнивания, повышенной скорости или установки такого режима работы двигателя в момент касания, который препятствует выпуску спойлеров.[43]

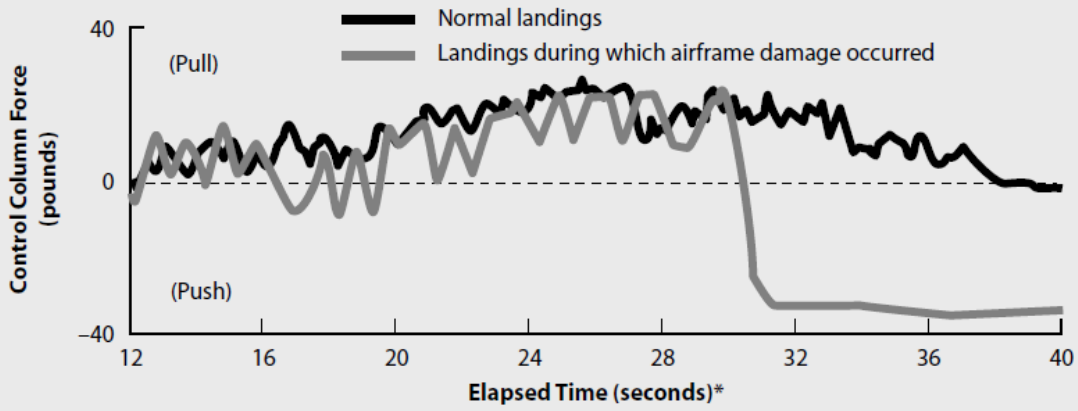
В случае невысокого отделения от ВПП (5ф и менее), экипажу рекомендуется выполнить следующее:

- «Выдержите или восстановите нормальный посадочный тангаж (не увеличивайте тангаж из-за риска касания хвостовой частью фюзеляжа)».
- «Продолжите выполнение посадки».
- «Используйте тягу, если это требуется для смягчения повторного касания».
- «Помните о том, что посадочная дистанция увеличится».

Если ВС отделилось на высоту более 5 футов, следует выполнить уход на второй круг, т.к. посадочная дистанция значительно увеличивается и оставшейся длины ВПП может быть недостаточно, пишется в документе. Рекомендуется следующая техника выполнения ухода на второй круг:

- «Выдерживайте или установите нормальный посадочный тангаж».
- «Установите режим работы двигателя GO-AROUND (нажмите TO/GA и переведите РУД)».
- «Сохраняйте посадочное положение закрылков или установите иное положение, если это указано в руководстве по эксплуатации ВС».
- «Будьте готовы к возможному повторному касанию».
- «Будьте готовы к тому, чтобы применить усилие на пикирование на штурвале и триммированию нагрузки по мере увеличения тяги двигателей».
- «После того, требуемый профиль ухода на второй круг установлен и нет опасности касания ВПП, продолжите выполнение нормальной процедуры ухода».
- «Включите автопилот, если это требуется для снижения нагрузки».

Figure 3
Control-column Movements Recorded During Normal Landings and Landings Involving Airframe Damage



*Landings are positioned so that all reach zero feet radio altitude at the same elapsed time (28.5 seconds).

Source: The Boeing Co.

Правильно опускайте переднюю стойку

ВС транспортной категории разрабатываются с учетом возможности парирования кабрирующего момента отклонением руля высоты, если установлен взлетный режим. Управляемость достаточна и для того, чтобы вызвать повреждение передней стойки при резком или быстром ее опускании.[44]

Статистика нормальных посадок, исследованная Боингом, а так же посадок, при котором происходило грубое опускание передней стойки с последующим повреждением, показывает, что в случае последних фигурирует отдача штурвала «от себя» (Figure 3).

После касания основными стойками, пилоту следует ослабить тянущее усилие на штурвале и «пилотировать стой-

ку на ВПП *(дословный перевод "fly the nose landing gear onto the runway" - **denokan**)*». Боинг пишет о том, что движение штурвала за нейтральное положение не должно потребоваться.

Не следует опускать стойку слишком быстро, мотивируя это желанием улучшить характеристики торможения или управляемости на ВПП – на этой скорости эффективности руля направления достаточно. Аналогично, не следует отдавать штурвал от себя до упора после опускания стойки – это приведет к росту подъемной силы на стабилизаторе и ухудшению эффективности торможения колесами основных стоек.[46]

Как пишет U.K. AIBB, причиной грубого опускания передней стойки B-757, которая привела к повреждению ВС, стала привычка капитана полностью отдавать штурвал от себя на посадке.[47] Данное происшествие имело место 22 мая 2002 года в г.Гибралтар, Великобритания.

Экипаж выполнял визуальный заход на посадку при ветре 260 градусов, 23 узла на ВПП 27. В докладе говорится, что заход и выравнивание были нормальными, однако сразу же после касания нос ВС начал быстро опускаться и произошел удар стойкой о ВПП. Никто не пострадал, однако было выявлено повреждение фюзеляжа в районе передней стойки.

Анализ полетной информации показал, что капитан полностью отдавал штурвал «от себя» на каждой посадке в течение предыдущих семи месяцев.

«Капитан не осознавал то, что периодическое применение такого метода посадки, который он считал полезным при посадках на скользкие ВПП, постепенно переросло в повседневную привычку», говорится в отчете.

Избегайте удара

Подытожив, можно сказать, что способами предотвращения грубой посадки являются:

- стабилизированный заход,
- правильная методика посадки в условиях ветра,
- правильное выравнивание и опускание передней стойки и, что наиболее важно
- выполнение ухода на второй круг, если заход становится нестабилизированным или отделение ВС от ВПП после «козления» превышает 5 футов.

Если у экипажа есть любые причины подозревать, что посадка была грубой или более жесткой, чем обычно – он должен записать об этом в TLB, для того, чтобы был проведен соответствующий осмотр и ВС не вылетело, будучи поврежденным.

Ссылки:

1. Boeing Commercial Airplanes. Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents, Worldwide Operations 1959–2002.

2. Controlled flight into terrain (CFIT) occurs when an airworthy aircraft under the control of the flight crew is flown unintentionally into terrain, obstacles or water, usually with no prior awareness by the crew. This type of accident can occur during most phases of flight, but CFIT is more common during the approach-and-landing phase, which begins when an airworthy aircraft under the control of the flight crew descends below 5,000 feet above ground level (AGL) with the intention to conduct an approach and ends when the landing is complete or the flight crew flies the aircraft above 5,000 feet AGL en route to another airport.

3. The accidents were reported by varioussources to have involved hard landings or hard touchdowns by transport category, turbojet airplanes from 1996 through2002.

4. International Civil Aviation Organization (ICAO). Accident/Incident Reporting Manual. Appendix 4, Codes for Events and Phases.

5. Wiley, Milton. Telephone interview by Lacagnina, Mark. Alexandria, Virginia, U.S. July 16, 2004. Flight Safety Foundation, Alexandria, Virginia, U.S.

6. Stonier, John; Transportation Safety Board of Canada. Telephone interview by Lacagnina, Mark. Alexandria, Virginia, U.S. July 16, 2004. Flight Safety Foundation, Alexandria, Virginia, U.S.

7. Guilldou, Alain; chief of the Division of Information and Communication, Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de L'Aviation Civile. E-mail communication with Lacagnina, Mark. Alexandria, Virginia, U.S. July 29, 2004. Flight Safety Foundation, Alexandria, Virginia, U.S.

8. Peduzzi, Lauren; spokesperson for the U.S. National Transportation Safety Board (NTSB). Telephone interview by Lacagnina, Mark. Alexandria, Virginia, U.S. June 23, 2004. Flight Safety Foundation, Alexandria, Virginia, U.S.

9. Leborgne, Jacques. E-mail communication with Lacagnina, Mark. Alexandria, Virginia, U.S. July 30, 2004. Flight Safety Foundation, Alexandria, Virginia. U.S.

10. Hurt, Hugh H. Aerodynamics for Naval Aviators. Washington, D.C., U.S.: Naval Air Systems Command, U.S. Navy, 1960, revised 1965.

11. Ibid.

12. Joint Aviation Authorities. Joint Aviation Requirements 25, Large Aeroplanes. Subpart C, Structure. Subpart D, Design and Construction.

13. U.S. Federal Aviation Administration (FAA). Federal Aviation Regulations (FARs) Part 25, Airworthiness Standards: Transport Category Airplanes. Subpart C, Structure. Subpart D, Design and Construction.

14. Blake, Walter; Elliot, Richard. "The Last Two Minutes." Boeing Airliner (January–March 1991).

15. The Boeing Co. Boeing All Model FCTM (Flight Crew Training Manual). Draft, 2004.

16. The U.S. National Aeronautics and Space Administration (NASA) Aviation Safety Reporting System (ASRS) is a confidential incident-reporting system. The ASRS Program Overview said, "Pilots, air traffic controllers, flight attendants, mechanics, ground personnel and others involved in aviation operations submit reports to the ASRS when they are involved in, or observe, an incident or situation in which aviation safety was compromised. … ASRS de-identifies reports before entering them into the incident database. All personal and organizational names are removed. Dates, times and related information, which could be used to infer an identity, are either generalized or eliminated." ASRS acknowledges that its data have certain limitations. ASRS Directline (December 1998) said, "Reporters to ASRS may introduce biases that result from a greater tendency to report serious events than minor ones; from organizational and geographic influences; and from many other factors. All of these potential influences reduce the confidence that can be attached to statistical findings based on ASRS data. However, the proportions of consistently reported incidents to ASRS, such as altitude deviations, have been remarkably stable over many years. Therefore, users of ASRS may presume that incident reports drawn from a time interval of several or more years will reflect patterns that are broadly representative of the total universe of aviation safety incidents of that type."

17. NASA ASRS report no. 464683. February 2000.

18. NASA ASRS report no. 491679. November 2000.

19. NASA ASRS report no. 597122. October 2003.

20. U.K. Air Accidents Investigation Branch (AAIB). AAIB bulletin no. 11/97, reference EW/A97/4/01.

21. U.K. Civil Aviation Authority (CAA). Progress Report 1998: CAA and DETR Responses to Air Accidents Investigation Branch (AAIB) Safety Recommendations. Civil Aviation Publication (CAP) 689.

22. NASA ASRS report no. 454210. November 1999.

23. Leborgne.

24. Garber, Ralph Michael; Van Kirk, Lawrence. "Conditional Maintenance Inspection." Aero Issue 14 (April 2001).

25. Carbaugh, David. Telephone interview and e-mail communication with Lacagnina, Mark. Alexandria, Virginia, U.S. July 6, 2004; July 20, 2004. Flight Safety Foundation, Alexandria, Virginia, U.S.

26. Garber; Van Kirk.

27. Ferrante, John. Telephone interview by Lacagnina, Mark. Alexandria, Virginia, U.S. July 23, 2004. Flight Safety Foundation, Alexandria, Virginia, U.S.

28. Flight Safety Foundation (FSF) Approach-and-landing Accident Reduction (ALAR) Task Force; FSF Editorial Staff. "Killers in Aviation: FSF Task Force Presents Facts About Approach-and-landing and Controlled-flight-into-terrain Accidents." Flight Safety Digest Volume 17 and Volume 18 (November–December 1998, January–February 1999).

29. NTSB accident report no. DCA97LA027.

30. Blake, Walter; Elliot, Richard. "The Last Two Minutes." Boeing Airliner (January–March 1991).

31. Carbaugh.

32. NTSB accident report no. LAX00LA192.

33. Van Es, Gerard W.H.; Van der Geest, Peter J.; Nieuwpoort, Ton M.H. "Safety Aspects of Aircraft Operations in Crosswind." In Flight Safety: Management, Measurement and Margins: Proceedings of the 11th Annual European Aviation Safety Seminar. Alexandria, Virginia, U.S.: Flight Safety Foundation, 2001.

34. FAA. FARs Part 121, Operating Requirements: Domestic, Flag, and Supplemental Operations. Part 121.438, "Pilot operating limitations and pairing requirements."

35. ICAO. Procedures for Air Navigation Services. Aircraft Operations, Volume 1: Flight Procedures. Part V, Noise Abatement Procedures. Chapter 2, Noise Preferential Runways and Routes. 2.1, "Noise Preferential Runways."

36. Van Es et al.

37. FSF Editorial Staff. "Crew Fails to Compute Crosswind Component, Boeing 757 Nosewheel Collapses on Landing." Accident Prevention Volume 57 (March 2000).

38. Van Es, Gerard W.H.; Karwal, Arun K. "Safety of Tailwind Operations." In Toward a Safer Europe: Proceedings of the 13th Annual European Aviation Safety Seminar. Alexandria, Virginia, U.S.: Flight Safety Foundation, 2001.

39. FAA. Order 8400.9, National Safety and Operational Criteria for Runway Use Programs.

40. NASA ASRS report no. 524020. September 2001.

41. NTSB. Aircraft Accident Report: Crash During Landing, Federal Express, Inc., McDonnell Douglas MD-11, N611FE, Newark International Airport, Newark, New Jersey, July 31, 1997. NTSB/AAR-00/02. See also: FSF Editorial Staff. "Destabilized Approach Results in MD-11 Bounced Landing, Structural Failure." Accident Prevention Volume 58 (January 2001).

42. The Boeing Co.

43. FSF ALAR Task Force; FSF Editorial Staff. "ALAR Briefing Notes." Flight Safety Digest Volume 19 (August–November 2000).

44. Bland, Jeff; Carbaugh, David. "Preventing Hard Nosegear Touchdowns." Aero Issue

18 (April 2002).

45. Ibid.

46. Boeing Flight Operations Safety. A Matter of Seconds: Airplane Derotation. 2001.

47. U.K. AAIB bulletin no. 1/2003, reference EW/C2002/05/06.