

Влияние самолета Airbus A380 на инфраструктуру аэропортов

Павлов С. А.¹, Садовникова Я. С.², Базунов А. В.³

¹Павлов Сергей Аркадьевич / Pavlov Sergey Arkadyevitch – старший преподаватель;

²Садовникова Яна Сергеевна / Sadovnikova Yana Sergeevna – студент;

³Базунов Антон Васильевич / Bazunov Anton Vasilevich – студент,

кафедра дорожно-строительных машин,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), г. Москва

Аннотация: рассмотрено влияние тяжелого широкофюзеляжного трехпалубного самолета Airbus A380 на изменение внутренней инфраструктуры аэропорта. Выявлены характерные изменения, которые необходимо внести в инфраструктуру аэропорта для возможности принятия такого самолета.

Ключевые слова: Airbus A380, взлетно-посадочная полоса, рулежная дорожка, угол разворота, классификационное число покрытия, терминал, место стоянки, наземное обслуживание.

Airbus A380 – самолет нового поколения, новаторское решение в инженерной сфере, который вот уже десять лет успешно служит многим мировым авиакомпаниям, свой первый полёт он совершил 27 апреля 2005 года. Его создание стало примером удачного международного сотрудничества в области самолетостроения. Каждый из самолетов – это результат работы ведущих инженеров Франции, Германии, Великобритании и Испании. Коммерческая эксплуатация самолета A380 – сверхбольшого магистрального авиалайнера началась осенью 2007 года, и на данный момент налет всемирного парка A380 превышает 1,7 миллиона часов, и каждая машина в среднем находится в воздухе по тринадцать часов в сутки.

Airbus A380 – первое воздушное судно, относящееся к самой тяжелой категории воздушных судов – F по классификации, утвержденной ИКАО (рисунок 1) [1, с. 3-5]. Даже при радиообмене иногда используется позывной «супертяжелый». Расчетная минимальная длина взлетно-посадочной полосы (ВПП) для данного самолета, при максимальной сертифицированной взлетной массе, на уровне моря при стандартных атмосферных условиях, безветрии и нулевом уклоне ВПП составляет 3350 метров, расстояние между внешними колесами основных стоек шасси составляет 15 метров. Далеко не все аэропорты имеют такие взлетно-посадочные полосы. Однако его максимальная пассажировместимость составляет до восьмисот посадочных мест, что в полтора раза превышает вместимость Боинга 747-8. Сравнительная характеристика Боинга 747-8 и A380 приведена в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительная характеристика Боинга 747-8 и A380

	A 380-800	B 747-800
Максимальный взлетный вес, т	560	448
Максимальная посадочная масса, т	386	312
Запас топлива, тыс. л	310	239
Площадь крыла, м ²	845	554
Пространство салона, м ²	511,27	320,91
Размах крыла, м	79,80	68,50
Дальность перелета, км	14800	14100
Расход топлива, л /пасс.-100км	3,3	4,25
Высота самолета, м	24,38	19,40

Основные маршруты A380 соединяют крупные международные хабы, к примеру, Пекин, Лондон, Лос-Анджелес, Париж, Франкфурт, и т. д. Также A380 используется на маршрутах и в меньшие по объемам перевозок порты, например - Монреаль, Оклэнд, Йоханнесбург, Манчестер, Цюрих. A380 уже посетил 146 различных аэропортов. К настоящему времени мировой парк A380 вырос до 152 самолетов в составе 13 авиакомпаний, к которым относятся: Air France, Asiana Airlines, British Airways, China Southern Airlines, Emirates, Etihad Airways, Korean Air, Lufthansa, Qantas, Singapore Airline, Thai Airways.

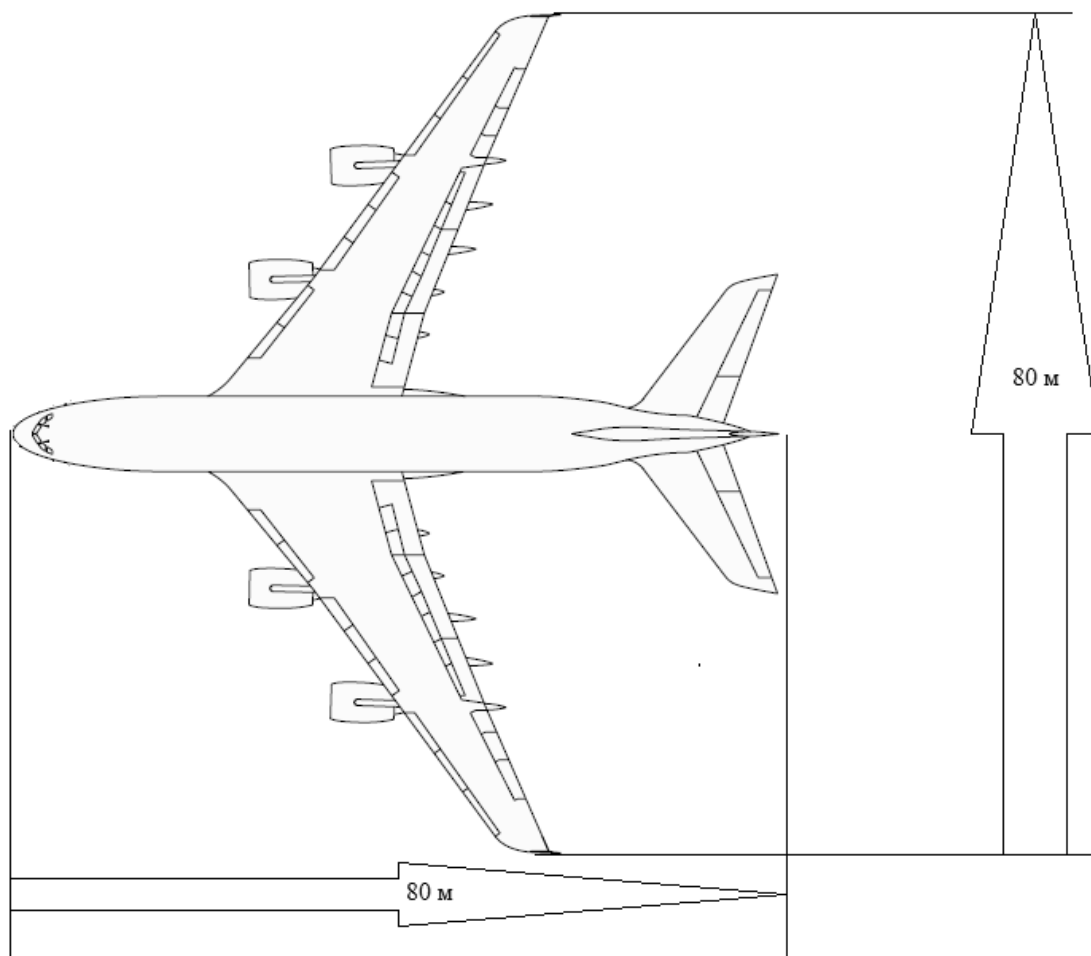


Рис. 1. Площадь, занимаемая А380

Анализируя частоту отправок Airbus за последние десять лет, видим, что в 2006 году она составляла 5500 взлетно-посадочных операций или 0,023 % от всех взлетно-посадочных операций мира по данным на 2004 год. В 2015 году этот показатель изменился и установился на уровне 11 500 операций, что соответствует 0,36 % от всех взлетно-посадочных операций.

В течение последующих 25 лет аэропортам придется справиться с утроением пассажиропотока, и это, несомненно, повлечет за собой приток инвестиций и увеличение спроса на А380.

Все это свидетельствует о востребованности А380 на мировом рынке воздушных перевозок и о грандиозных перспективах, открывающихся перед авиакомпаниями, эксплуатирующими авиалайнер.

В связи с наличием некоторых технических особенностей А380, к аэропортам, принимающим подобные самолеты, выдвигаются серьезные требования по обеспечению безопасности полетов таких ВС.

Технические особенности А380

Говоря о «тяжелых» ВС, таких как А380 и Боинг 747, нельзя не учитывать некоторые принципиальные их отличия как от судов других классов, так и между собой.

Прежде всего, необходимо отметить, что в связи с большими размерами воздушного судна требуется большое пространство в инфраструктуре аэропорта. Более того, А380 может являться причиной помех для движения самолетов, приземляющихся следом, так как габаритные размеры А380 могут оказывать влияние на наземные вспомогательные навигационные средства аэропорта. Новые технологии по обеспечению высокого уровня безопасности помогают избежать столкновений, если используются системы лазерного управления (например, системы EG Jetway в Сиднее и Мельбурне).

Взлетно-посадочные полосы и рулежные дорожки (ВПП и РД)

При эксплуатации А380 взлетно-посадочная полоса аэродрома должна иметь следующие параметры: ширина – 60 м (общая ширина ВПП и ее боковых полос безопасности должна составлять не менее 75 м). Для В747 этот параметр был 45 метров (рисунок 2). С обеих сторон к ВПП примыкают дополнительные грунтовые полосы шириной по 7,5 м, предназначенные для рассеивания реактивных струй двигателей

самолетов и защиты ВПП от попадания на нее посторонних предметов. Минимальная ширина РД и боковой полосы безопасности – 60 м (по рекомендациям ИКАО) [1, с. 1-2].

Требование к ширине боковой полосы безопасности РД основывается на параметрах самых крупных воздушных судов, эксплуатируемых в настоящее время. Тем не менее, если планируются полеты Боинга 747-400 и А380, требуется обеспечить защиту на более широкой площади, так как возможность потенциального повреждения посторонними предметами и отрицательное воздействие струи выхлопных газов на боковую полосу безопасности РД будут значительно выше, чем при полетах, например, Боинга 747-200/300.

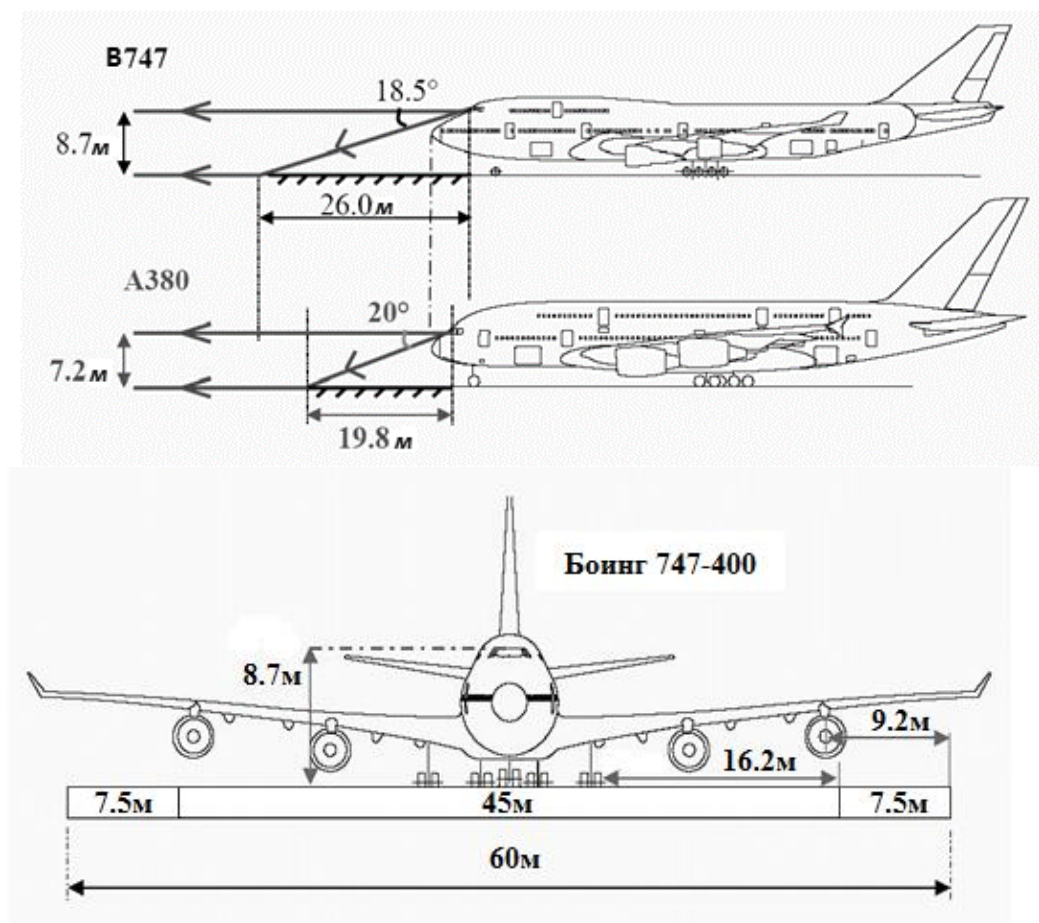


Рис. 2. Высота кабины, невидимая зона из кабины экипажа и размеры ВПП

В отличие от предыдущих воздушных судов большой вместимости, внешние двигатели А380 располагаются на 2,5 м дальше от оси ВПП, следовательно, расстояние до края ВПП сокращается до 5 м.

В связи с близостью к границам ВПП возникает большая нагрузка на дерновое покрытие дополнительных полос из-за температуры реактивных струй, которая на участке перехода между ВПП и дополнительной полосой может достигать +45°С при взлете самолета. Скорость газового потока при взлете А380 достигает на данном участке максимума в 200 км/ч.

Если в конце ВПП отсутствует РД или РД разворота, и указана кодовая буква D, E или F в классификации ВПП, то предусматривается площадка разворота на ВПП, с тем чтобы самолеты могли выполнять разворот на 180°.

Там, где преобладают неблагоприятные погодные условия, и в результате ухудшаются характеристики сцепления на поверхности, в случае обозначения ВПП кодовой буквой E или F между колесами основных стоек шасси и краем площадки следует предусматривать большее расстояние - в 6 метров (по рекомендациям ИКАО) [1, с. 1-48].

Ширина ВПП должна быть не меньше соответствующей величины, указанной в таблице 2.

Таблица 2. Классификация ВПП в зависимости от ширины

Кодовая буква	A	B	C	D	E	F
Номер						
1а	18м	18м	23м	-	-	-
2а	23м	23м	30м	-	-	-
3	30м	30м	30м	45м	-	-
4	-	-	45м	45	45м	60м

Для ускорения ввода самолетов на ВПП и вывода с нее при большой интенсивности движения следует рассмотреть вопрос о сооружении скоростных входных и выводных РД.

Скоростная выводная рулежная дорожка – рулежная дорожка, соединенная с ВПП под острым углом и позволяющая выполнившим посадку самолетам сходиться с ВПП на более высоких скоростях, чем те скорости, которые достигаются на других выводных рулежных дорожках, и тем самым сводить к минимуму время нахождения на ВПП [1, с. 32].

С 20 ноября 2008 года РД проектируются таким образом, чтобы при нахождении кабины экипажа самолета над маркировкой осевой линии РД, для которого предназначена РД, внешнее колесо основных стоек шасси было удалено от края РД на расстояние не менее указанного в таблице 3 [2].

Таблица 3. Зависимость удаления колеса основной стойки от вида ВПП

Кодовая буква ВПП	A	B	C	D	E	F
Минимальное удаление от края РД	1,5 м	2,25 м	3 м, если РД предназначается для использования самолетами с базой колесного шасси менее 18 м	4,5 м, если РД предназначается для использования самолетами с базой колесного шасси, равной 18 м или более	4,5 м	4,5 м

Понятие «база колесного шасси» означает расстояние от передней стойки шасси до геометрического центра основных стоек.

Когда указана кодовая буква F, может предусматриваться большее, чем 4,5 м расстояние между колесами шасси и краем РД, с тем чтобы самолеты могли выполнять руление с более высокими скоростями, это снизит вероятность задержек при движении самолетов и повысит эффективность работы аэропорта (рисунок 3).

Дополнительные полосы должны обладать достаточной несущей способностью для движения специальной техники и обеспечения безопасного сруливания самолетов с ВПП. Помимо указанных параметров и максимального бокового уклона в 2,5 %, ИКАО более не предписывает конкретных параметров и предельных значений.

У В747 колея шасси составляет около 12,6 м, у А380 она на 1,8 м шире и достигает 14,4 м.

Удельная нагрузка А380 на опорную поверхность достигает 0,2 кН/см², у В-747 – 0,16 кН/см².

Но ACN – классификационное число А380 ниже в любой категории покрытия (а значит, и требования к прочности поверхности – PCN – ниже), будь то жесткое или нежесткое покрытие, и сравнимо с ACN других крупных широкофюзеляжных самолетов [2].

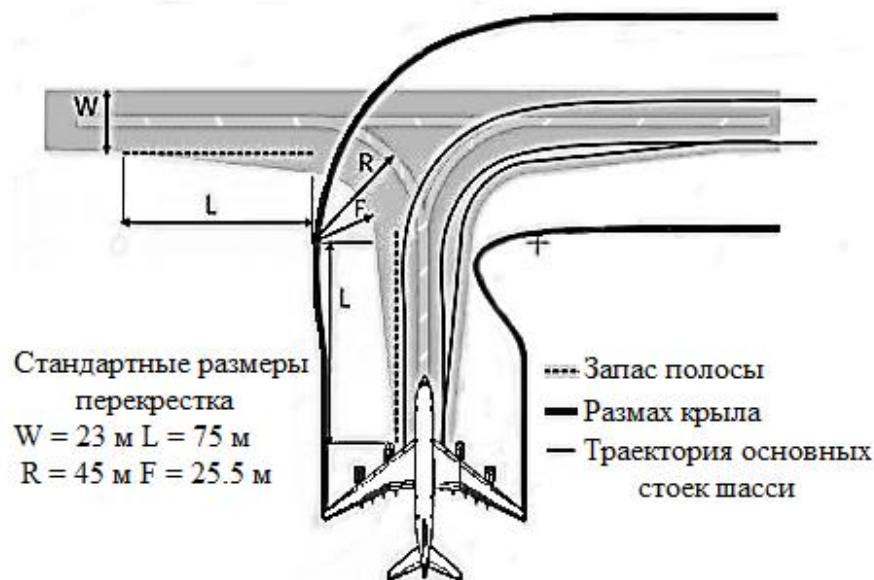


Рис. 3. Конфигурация ВПП категории F

Классификационное число покрытия (PCN) показывает, что воздушные суда с классификационным числом воздушного судна (ACN), равным представленному PCN или менее, могут использовать это покрытие с учетом любых ограничений на давление в пневматике или полную полетную массу указанного типа воздушного судна (указанных типов воздушных судов).

Если несущая способность покрытия подвергается значительным сезонным колебаниям, могут быть представлены различные значения PCN.

ACN воздушного судна определяется в соответствии со стандартными процедурами, связанными с методом ACN-PCN.

Стандартные процедуры для определения ACN воздушного судна приводятся в части 3 Руководства по проектированию аэродромов [3].

Для определения ACN искусственное покрытие классифицируется как эквивалент жесткой или нежесткой конструкции.

Стоянки воздушных судов

Прежде всего, расположение стоянок A380 должно соответствовать ряду требований. Некоторые из них указаны ИКАО: место стоянки должно обеспечивать следующие минимальные безопасные расстояния между использующим его воздушным судном и любым расположенным рядом зданием, воздушным судном на другом месте стоянки и другими объектами [2, с. 31]:

Таблица 4. Минимальное безопасное расстояния между ВС и другими объектами

Кодовая буква категории ВС	Безопасное расстояние (м)
A	3
B	3
C	4,5
D	7,5
E	7,5
F	7,5

Когда это обусловлено особыми обстоятельствами, указанные безопасные расстояния могут быть сокращены на местах стоянки воздушных судов, обращенных носовой частью фюзеляжа к аэровокзалу, с кодовой буквой D, E или F:

а) между аэровокзалом, включая любой фиксированный пассажирский трап, и носовой частью воздушного судна, и

б) над любой частью стоянки воздушного судна, обеспечиваемой наведением по азимуту с помощью системы визуального управления стыковкой. Максимальный уклон места стоянки не должен превышать 1 % [2, с. 25-32].

Внешние размеры стоянок, в соответствии с Приложением 14 ИКАО [2, с. 45], зависят от размеров самолета А380, минимального расстояния между концами крыльев соседних самолетов (7,5 м) и расстояния между самолетом и ближайшим объектом (7,5 м).

Пилотам при выполнении различных маневров помогают камеры, установленные в кабинах (рисунок 4).



Рис. 4. Вид с верхней камеры в ходе руления

Разработав план расположения стоянок, необходимо проанализировать траектории движения самолетов на перроне. При этом важно помнить об обеспечении безопасного процесса руления и буксировки ВС на стоянках с точки зрения окружения (другие стоянки, самолеты, препятствия). Для этого применительно к каждой стоянке рассчитывается своя траектория руления.

Стояночные места для А380 должны отвечать параметрам кода F, т. е. быть размером 80×80 м. В то же время, при отсутствии А380 у терминала, подобная стоянка может быть использована для двух ВС, отвечающих коду С и коду Е (рисунок 5). Необходимо заметить, что А380 может встать на стоянку только в самом конце терминала.

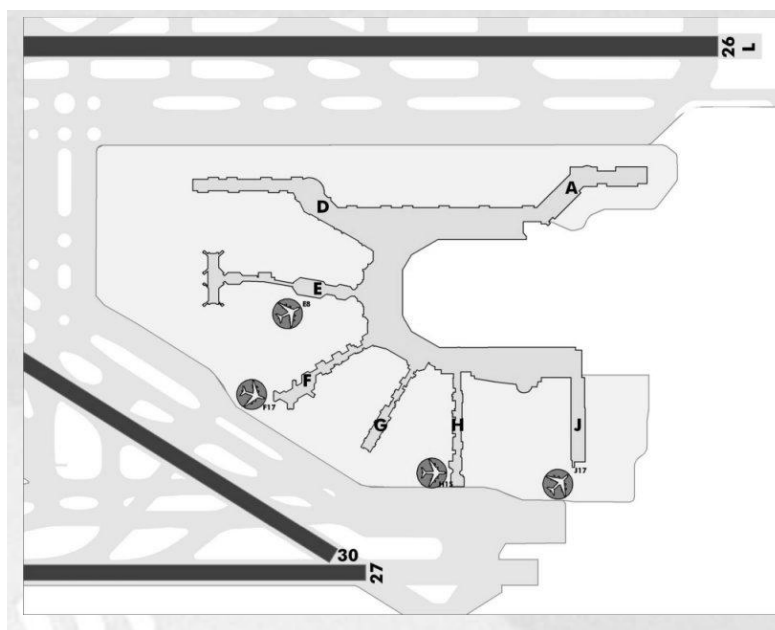


Рис. 5. Организация мест стоянок в аэропорту Майами

При оборудовании стоянки кода F на перроне соседние стоянки будут уменьшены в размерах, однако останутся доступными для других ВС. Например, три стоянки кода E переоборудуются в одну кода F и две кода D (вмещающие вплоть до ВС типа A300, A310, 767). A380 может позиционироваться на существующих местах в двух конфигурациях (рисунок 6).

Воздействие реактивных струй

Воздействие реактивной струи двигателей воздушного судна всегда опасно. Когда двигатель запущен, могут произойти следующие опасные явления:

- 1) действует интенсивное всасывание с передней стороны двигателя, которое может затянуть людей и различные предметы в воздушный тракт двигателя;
- 2) очень горячие, высокоскоростные газы выходят из выпускного сопла турбины;
- 3) воздушный поток от вентилятора на большой тяге имеет очень высокую скорость;
- 4) когда задействован реверс тяги, воздушный поток от вентилятора идет вперед, в то время как выхлопные газы турбины идут назад.

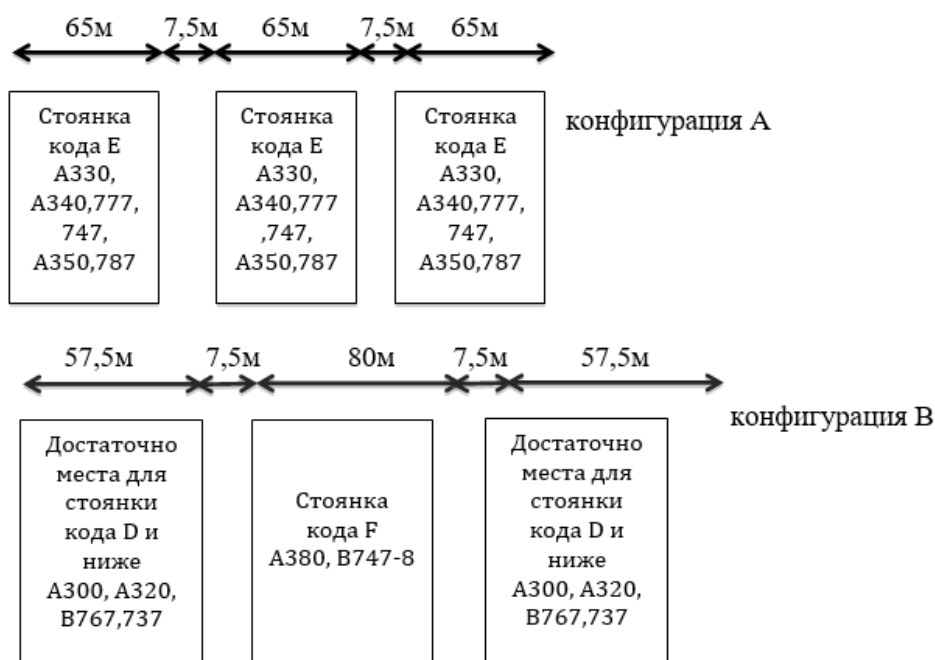


Рис. 6. Конфигурации установки A380 на места стоянок

На высоких режимах работы выхлопные газы вентилятора и турбины могут сдуть пыль, камни, песок и другие посторонние предметы на расстояние 300 футов (91,4 м) и более [1, с. 2] (рисунок 7).

Температура выхлопных газов у двигателя достаточная, чтобы расплавить битумные (асфальтовые) покрытия.

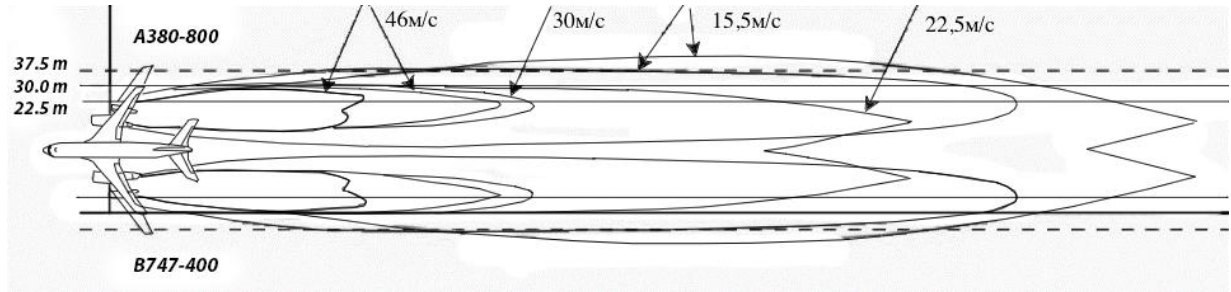


Рис. 7. Скорость выхлопных потоков газов за A380

Пассажирский терминал

Очень важно учесть интересы пассажиров, пользующихся услугами авиаперевозчика и обеспечить им соответствующий уровень комфорта и безопасности.

Действующие в современных аэропортах пассажирские терминалы имеют залы ожидания, рассчитанные максимум на 450 пассажиров. Однако для обслуживания A380 в терминалах создаются укрупненные залы ожидания, имеющие возможность принять большое количество пассажиров. Но индустрия быстро адаптируется, и уже 60 аэропортов в мире закончили модернизацию.

Для обеспечения безопасности лиц, пользующихся услугами авиаперевозчиков, процесс осмотра пассажиров, например, в аэропорту Сан-Франциско организован таким образом, что они проходят четыре станции проверки безопасности в зоне посадки с интенсивностью - 1350 чел/час. Для движения на зону посадки предусматривается 6 полос-человек.

К сожалению, дополнительные места в A380 для пассажиров не оборудованы системой безопасности. К еще одной существенной недоработке следует отнести децентрализованное управление системами безопасности. В настоящее время для уменьшения времени обслуживания самолетов большой пассажировместимостью используют два, а иногда и три телескопических стационарных пассажирских трапа (рисунок 8).



Рис. 8. Терминал 3 в аэропорту Франкфурта

Системы переработки багажа пассажиров приходится увеличивать до нескольких поточных линий. Так, в аэропорту Сан-Франциско система позволяет пропускать и осматривать до 4400 чемоданов в час

по прибытии. В настоящее время там работает 12 каруселей для багажа, длина каждой карусели составляет 85 метров. Возможна организация в аэропорту дополнительных мест на поточных линиях систем обработки багажа, минимальное количество их составит около 350.

При обслуживании багажа на участке сортировки багажа вылета и прилета необходимо предусмотреть большее пространство для складирования уже загруженных и разгруженных контейнеров и поддонов.

Наземное обслуживание самолетов

Согласно регламентам, техническое обслуживание A380 упрощенно можно представить следующим образом (рисунок 9). Со стороны авиакомпаний обслуживание A380 рассматривается как обслуживание двух самолетов на одном месте.



Рис. 9. Упрощенная схема технического обслуживания A380

В рамках «двойного» наземного обслуживания на одной стоянке необходимо также предусмотреть достаточное количество персонала и механизмов.

В целом, обслуживание A380 предусматривает столько же транспортных средств, сколько требуется для других широкофюзеляжных самолетов.

Все необходимое оборудование для обслуживания ВС уже имеется в аэропортах (рисунок 10). Лишь два транспортных средства были адаптированы специально к A380. Прежде всего, это тягач, рассчитанный на 70 тонн.

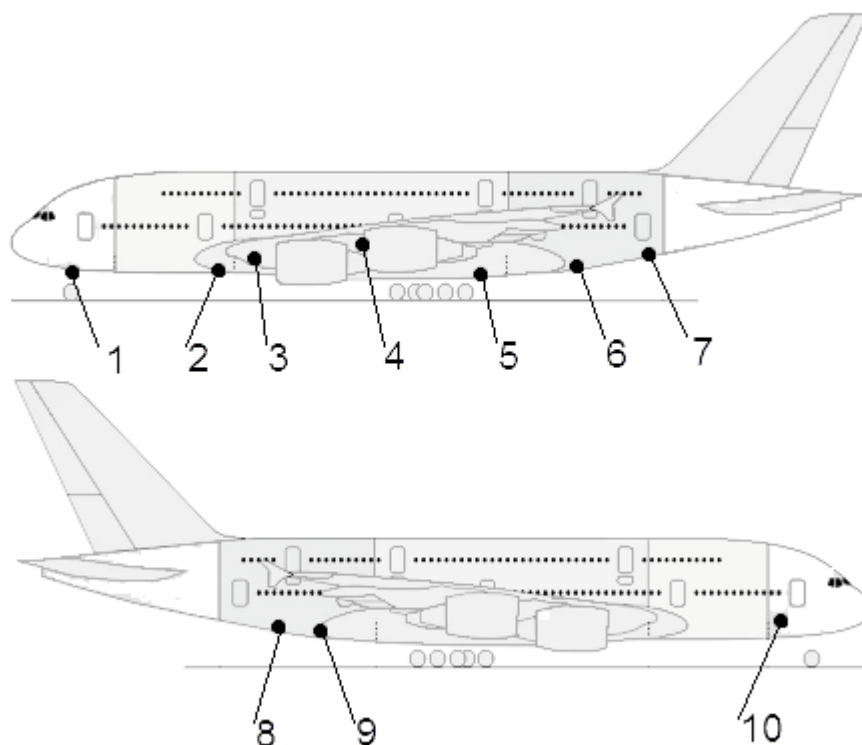


Рис. 10. Места наземного обслуживания A380

(1 – подключение источника наземного питания, 2 – подключение машин для обслуживания пневмосистемы низкого давления, 3 – подключение машин для обслуживания пневмосистемы высокого давления, 4 – подключение топливозаправщика, 5 – панель контроля заправки топливом, 6 – заправка питьевой водой, 7 – подключение машин для обслуживания санузлов, 8 – люк для загрузки навалного и штучного груза, 9 – люк заднего грузового отсека, 10 – люк переднего грузового отсека)

Основные ведущие производители - Douglas, Goldhofer, TLD, Schopf, Koegel Kamag, FMC и другие. Второе спецсредство - машина противообледенительной обработки. Требования, предъявляемые к ней - большой объем рабочей жидкости и стрела большей длины, гарантирующая доступ к ВС и полноценную качественную обработку его противообледенительной жидкостью (одна из моделей - Safeaero 220EH).

Обслуживание самолетов на высоте происходит так же, как и у других широкофюзеляжных ВС. Принципиальных отличий здесь не наблюдается. Но процесс обработки A380 противообледенителем имеет некоторые характерные особенности. Размеры площадки для обработки A380 должны составлять 88x82 м (рекомендации ИКАО) [2, с. 25-30]. При этом обработка самолета проводится на высоте 24 метра над горизонтом, что, естественно, в разы повышает стоимость этой операции и её трудоемкость. Большие затраты на спецтехнику может понести аэропорт, который будет обслуживать грузовую модификацию A380. Здесь могут возникнуть проблемы с обслуживанием верхней палубы, поскольку на данный момент существует небольшое количество конструкций автолифтов, позволяющих осуществлять перегрузку контейнеров со смещением относительно продольной оси машины (рисунок 11).

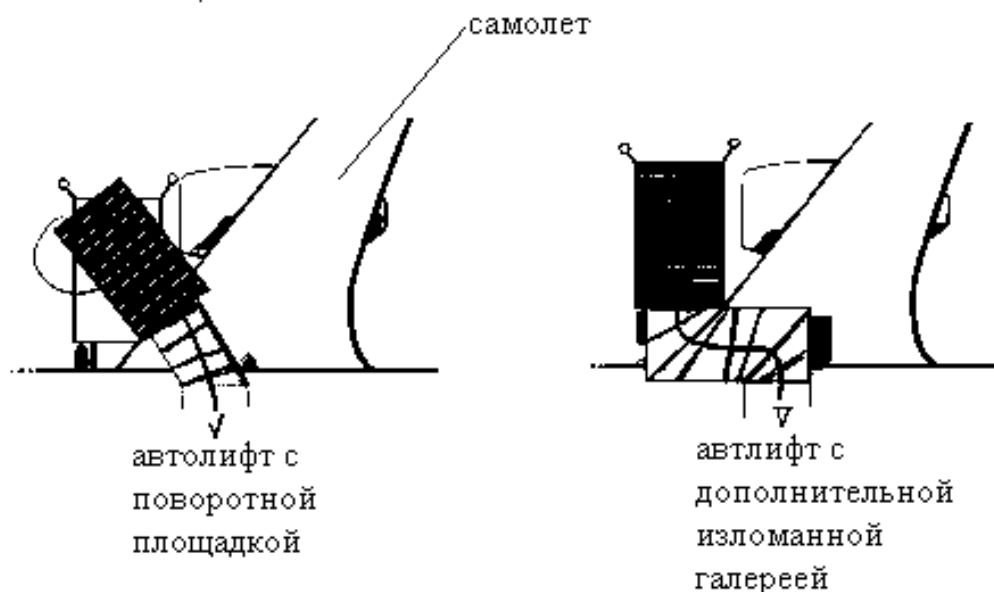


Рис. 11. Загрузка верхней палубы на грузовой А380

Таким образом, серьезных изменений для приема А380 потребуют рабочие площади аэродрома, необходимо переоборудовать системы посадки/высадки пассажиров, погрузки/разгрузки багажа, предусмотреть покупку более грузоподъемных тягачей и машин для работы на высоте (подъемников и антиобледенительных машин). Если анализировать экономичность А380, то можно с уверенностью сказать, что обслуживание этого самолета после переоборудования инфраструктуры аэропорта составит небольшую часть затрат от общего плана расходов аэропорта.

Литература

1. Руководство по проектированию аэродромов, часть 2. Рулежные дорожки, перроны и площадки ожидания. ИКАО, 2005.
2. Приложение 14 к Конвенции о Международной гражданской авиации. Аэродромы т. 1. Проектирование и эксплуатация аэродромов, ИКАО, 2013, 3-20 с.
3. Руководство по проектированию аэродромов. Часть 3. Покрытия. ИКАО, 1983, 299 с.