

УДК 629.7

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ КОЛЛЕКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ШУМА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТАВА АВИАПРЕДПРИЯТИЙ

О.А. КАРТЫШЕВ

Статья представлена доктором технических наук, профессором Чинючиным Ю.М.

Приведены и обобщены результаты анализа экспериментальных исследований акустической эффективности современных аэродромных средств коллективной защиты от шума.

Ключевые слова: аэродромные средства коллективной защиты от шума, аэродромные глушители всасывания и выхлопа, акустический экран, дефлектор, аэродромное шумозащитное помещение, акустическая эффективность

Введение

Проблема уменьшения неблагоприятного воздействия авиационного шума на аэропортовой и приаэродромной территориях разделяется на проблему шума во время операций взлета и посадки воздушного судна (ВС) и шума при наземной эксплуатации ВС. Относительно шума при летной эксплуатации ВС, то здесь ИКАО рекомендует применение малошумных приемов пилотирования, ограничение (запрещение) полетов в ночное время суток, замена парка шумных ВС, квотирование полетов ВС по времени эксплуатации и типам ВС. Эти мероприятия в той или иной мере реализуются в отечественных аэропортах. Например, с 1 июня 2011 года в ряде аэропортов страны (Внуково, Иркутск, Сыктывкар, Шереметьево, Омск) запрещена ночная эксплуатация ВС, не удовлетворяющих по шуму требованиям Главы Ш стандарта ИКАО.

Что касается вопросов снижения шума при наземной эксплуатации ВС, то здесь решение проблемы уменьшения негативного его воздействия более сложно, что связано с рядом причин:

- шум на территории аэродрома при наземной эксплуатации ВС не регламентирован ИКАО, поэтому отсутствуют соответствующие требования архитектурной и строительной акустики, а также требования по сертификации оборудования мест специальных стоянок ВС, предназначенных для проведения опробования силовых установок (СУ);

- воздействие шума при опробовании СЕ, стартировании и рулении ВС затрагивает меньшее количество людей, чем при взлете-посадке ВС, в основном это персонал авиапредприятий, реже - жители селитебной территории (аэрогородки), что принимается за неизбежное зло и связывается с обязательной спецификой работы аэропорта;

- применение таких известных эффективных мер, как изменение технологии обслуживания ВС, аэродромных средств коллективной защиты от шума (АСКЗ) и буксировки ВС требует материальных затрат и разработки системы специальных мероприятий, в основе которых должен быть комплексный подход.

Комплексный подход к улучшению акустического климата на рабочих местах инженерно-технического состава (ИТС) авиационно-технических баз, центров (АТБ) предусматривает зонирование территории аэродрома с выделением опасных и менее зашумленных рабочих зон, где производится техническое обслуживание ВС. На территории АТБ эквивалентные уровни звука за рабочую смену в зоне работы оперативных цехов составляют 84...92 дБА, а максимальные изменяются от фонового (62...70 дБА) до значений более 100 дБА; при проведении штатного опробования СУ самолетов типа Ил-76 и Ил-86 максимальные уровни звука на рабочем месте авиатехника имеют порядок 105...120 дБА, а эквивалентные уровни составляют - 104...110 дБА за период проведения операций. При этом ИТС практически не использует средства индивидуальной защиты

(СИЗ), а АСКЗ вообще отсутствуют и никем не разрабатываются. Из-за недостаточной обеспеченности эффективными наушниками, а также полного отсутствия других средств индивидуальной защиты (противошумный шлем, противовибрационные жилеты, пояс и обувь) в авиапредприятиях нельзя говорить о защищенности людей от негативного воздействия авиационного шума.

Аэродромные средства коллективной защиты от шума

Локализация наиболее шумных и продолжительных источников шума на территории авиапредприятия, т.е. ВС при проведении опробования СУ, как показывает зарубежная практика, наилучшим способом может быть решена только за счет применения АСКЗ, к которым относятся: стационарные и передвижные аэродромные глушители всасывания и выхлопа (АГШ), акустические экраны (АЭ), земляные валы, дефлекторы, аэродромные шумоглушащие комплексы (АШК). Применяемые с 60-х годов бетонные и металлические струеотклоняющие щиты не служат целям шумозащиты.

Аэродромные средства защиты от шума при опробовании СУ начали развиваться в 50-е годы одновременно с активным развитием реактивной авиационной техники, т.к. необходимо было обеспечить защиту жителей приаэродромной территории и технического персонала, занятого обслуживанием двигателей на аэродромах и испытательных станциях. В последующие десятилетия одновременно с изменением конструкции двигателей и улучшением их акустических характеристик ужесточались и требования к нормированию допустимых уровней авиационного шума. Для обеспечения требуемой эффективности АСКЗ пришлось увеличить их габариты и массу, соответственно возросла стоимость. На сегодняшнем этапе развития предпочтение отдается АШК стоимостью от 500 тыс. до 2 млн. долларов США. В состав АШК обязательно входят АЭ в комбинации с эффективным дефлектором или шумоглушителями выхлопа.

В нашей стране были предприняты усилия для создания аэродромных шумоглушителей выхлопа (ЦАГИ, ГипроНИИАвиапром, ХАИ), однако дальше экспериментальных образцов эта работа не пошла, а эффективность выполненных конструкций была неудовлетворительной; хорошие результаты были получены в конструкциях эжекторных многоступенчатых глушителей выхлопа шумоглушащих боксов испытательных станции. Что касается разработки акустических экранов, дефлекторов и аэродромных шумозащитных помещений для технического персонала (АШП) реального воплощения они не получили. За рубежом (Япония, США, Европа) все вышеперечисленные конструкции АСКЗ эксплуатируются и совершенствуются.

С конструктивной и акустической точки зрения акустический экран самая простая конструкция. Основной особенностью при этом методе является то, что величина затухания шума изменяется в зависимости от высоты стенки и расстояния между источником, экраном и защищаемой зоной. В непосредственной близости от стенки величина затухания максимальна, а с удалением она уменьшается и на достаточном удалении становится почти постоянной величиной. Величина затухания определяется в основном только высотой экрана и находится в пределах 10...15 дБА в дальнем звуковом поле. Что касается материалов, используемых в конструкции, то достаточно минимального требуемого количества звукопоглощающего материала (маты из супертонкого стеклянного или базальтового волокна), используемого за перфорированной поверхностью экрана, обращенной в сторону источника.

Конструкция современного дефлектора, установленного в аэропорту Шереметьево, выполняет одновременно функции струеотклоняющего щита и акустического экрана. Схема дефлектора может быть проницаемой и непроницаемой для газового потока. Акустическая эффективность (ΔL_a) проницаемого дефлектора порядка 4...6 дБА, непроницаемого - 8...12 дБА. Сложность проявляется в том, что необходимо обеспечить отклонение струи акустически непроницаемой поверхностью дефлектора с обеспечением устойчивости устройства и недопущением обратного тока газового потока.

Относительно применения глушителей всасывания и выхлопа, то здесь следует обратить внимание на такое обстоятельство: в настоящее время активно эксплуатируются только глушители выхлопа и в основном для ВС с низкорасположенными СУ. Упрощенно конструкция этих глушителей представляет собой коленообразную стальную трубу, облицованную изнутри звукопоглощающими материалами, которые защищены от выдувания струей газов перфорированным металлическим листом. Обычно в цилиндрическую часть конструкции помещают рассекатели потока. Хорошие результаты применения глушителя выхлопа ожидаются до уровня, где сказывается влияние шума от всасывающего устройства. При совместном применении глушителя всасывания и выхлопа хорошие результаты ожидаются до уровня шума, проникающего через щели соединений «глушитель-двигатель». В случае турбовентиляторных двигателей (Д-36, ПС-90) шум всасывания является определяющим и поэтому необходимо совместное применение двух глушителей. Обычно эффективность стационарных глушителей выхлопа $\Delta L_a=20...35$ дБА, передвижных - $\Delta L_a=15...25$ дБА; глушителей всасывания - $\Delta L_a=10...15$ дБА.

Дорогостоящие шумоглушающие комплексы, состоящие из П-образного АЭ с откатными воротами, являются наиболее перспективными АСКЗ, но в то же время самыми эффективными средствами защиты от шума при проведении опробования СУ, их акустическая эффективность порядка $\Delta L_a=35...45$ дБА. Дополнительным достоинством таких комплексов является возможность проведения в них мойки и подкраски ВС.

Эксплуатируемые повсеместно "домики" технического персонала представляют собой набор всевозможных самодельных и стандартных акустически прозрачных конструкций, которые не соответствуют предъявляемым требованиям по обеспечению акустического климата внутри помещения – 55 дБА. Поэтому требуется изготавливать специализированные аэродромные шумозащитные помещения (АШП) в специальном исполнении с акустической эффективностью не ниже 30 дБА.

Развитие средств индивидуальной защиты технического персонала АТБ при проведении опробования СУ оставлено на уровне создания шумозащитного шлема (завод "Звезда"), зимнего и летнего шлемофонов, различных наушников, вкладышей, экспериментального шумозащитного комплекта ПШК-I, из которых в АТБ используются шлемофоны, изредка наушники и вкладыши, чего, конечно, явно недостаточно. О каких-либо эффективных средствах защиты при опробовании СУ сегодня говорить не приходится - их попросту нет. За рубежом технический персонал, занятый опробованием СУ, одет в шлем, защитный костюм и специальную противовибрационную обувь.

Автором в 90-е годы был разработан и испытан в полевых условиях на территории ГосНИИ ГА аэродрома Шереметьево ряд полноразмерных опытных образцов АСКЗ: малогабаритный эжекторный шумоглушитель выхлопа $\Delta L_a=12$ дБА (двигатель Аи-25 в самолетной компоновке Як-40) [1], акустический экран $\Delta L_a=11$ дБА (60X7,5м) на стоянке летно-испытательного комплекса ГосНИИ ГА, аэродромное шумозащитное помещение $\Delta L_a=22$ дБА (7X3м) - представлено на рис. 1, 2; а также СИЗ: противовибрационный жилет и пояс, сравнительные испытания эффективности которых с другими средствами (шумозащитного шлема, шлемофонов, различных наушников и вкладышей) были выполнены ИТС Летно-испытательного комплекса ГосНИИГА при проведении опробования самолета Ил-76.



Рис. 1. Экспериментальный образец аэродромного шумозащитного помещения для инженерно-технического состава

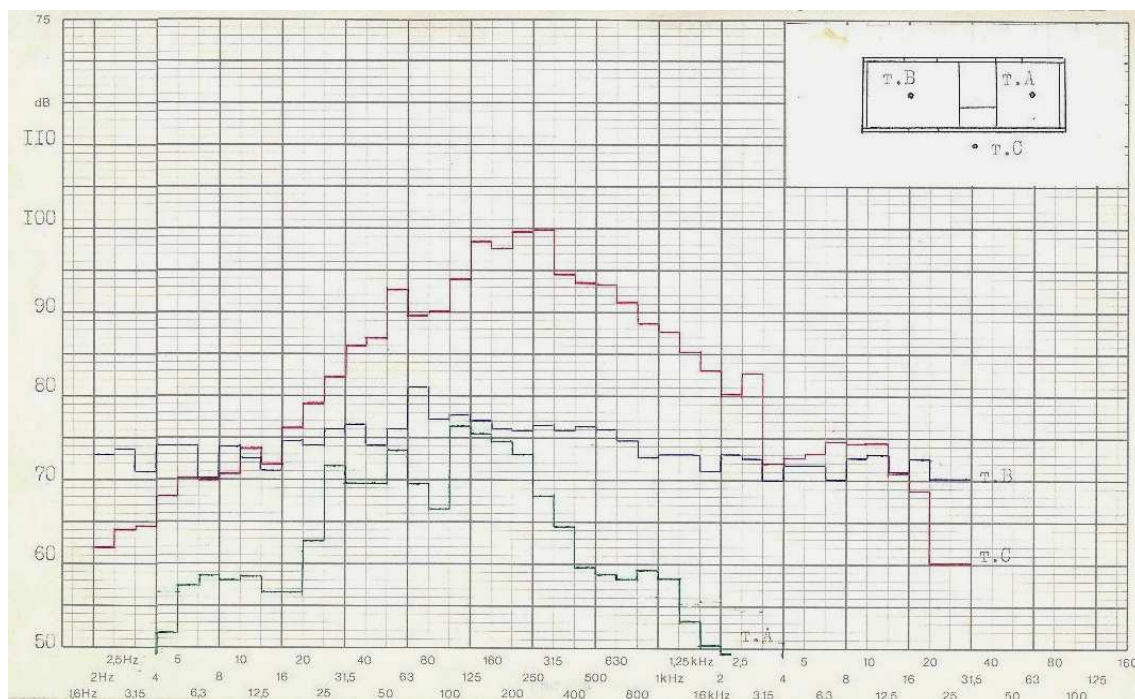


Рис. 2. Результаты испытаний акустической эффективности шумозащитного помещения для инженерно-технического состава при пролете самолета Ту-134

Рекомендации по выбору коллективных средств защиты от шума

Выполненные исследования позволили не только разработать методическую базу проведения модельных и полевых испытаний и расчета конструкций, но и обосновать рекомендации по номенклатуре, выбору и основным характеристикам коллективных и индивидуальных средств защиты от шума при опробовании силовых установок воздушных судов.

Реализацию предложений по уменьшению уровня звука как при опробовании СУ, так и при других наземных этапах эксплуатации ВС, для защиты ИТС, других работников наземных служб и пассажиров от вредного шумового воздействия рекомендуется проводить в следующей последовательности:

1. Провести оценку ожидаемого шумового режима в рабочей зоне и в помещениях с выбором наиболее целесообразных СИЗ и АСКЗ, расчет и проектирование которых производится на основании расчета уровней звука для защищаемой аэродромной территории. Результаты расчетов необходимо подтвердить натурными измерениями.

Акустический расчет защищаемой зоны на территории аэропорта состоит из следующих этапов:

- выявление определяющих источников шума и их шумовых характеристик в расчетных точках;
- разбивка территории аэродрома (АТБ) на участки, отличающиеся по шумовым характеристикам или условиям распространения шума;
- определение уровней звука в расчетных точках L, дБА;
- определение допустимых уровней звука в расчетных точках L_д, дБА;
- определение требуемого снижения уровней звука в расчетных точках L_{тр}=L-L_д, дБА.

Шумовые характеристики необходимо выразить в октавных уровнях звуковой мощности коррелированных по частотной кривой "А" с учетом направленности излучения, а также в виде эквивалентных уровней шума за характерный цикл работы (опробование), характеризующий все шумовые явления в точках, расположенных в защищаемых рабочих зонах и местах нахождения технического персонала (помещениях). Такой подход позволяет учесть специфику работы аэропорта, в части учета интенсивности полетов, рулений, запусков, отдельных шумовых операций, а также в части определения направленности звукового потока.

2. По полученному значению требуемой эффективности можно обосновать выбор мероприятий, направленных на уменьшение вредного воздействия шума, при этом предпочтение тому или другому должно отдаваться на основе оценки социально-экономической эффективности по наибольшему достигаемому эффекту. Что касается защитных мероприятий при проведении опробования ВС, то здесь выбор ограничен тремя направлениями:

- а) ограничение продолжительности опробования и количества одновременно работающих силовых установок; внедрение прогрессивных методов контроля исправности силовых установок, исключающих или сокращающих время их наземной эксплуатации;
- б) рациональное расположение мест опробования двигателей ВС на территории аэропорта (аэродрома); учет влияния преобладающих метеофакторов и характера земной поверхности аэродрома, учет времени суток при проведении опробования;
- в) оборудование мест опробования АСКЗ.

Для отечественных ВС гражданской авиации рекомендуются следующие типы АСКЗ:

- акустические экраны для всех типов самолетов с турбовинтовыми двигателями и вертолетов;
- дефлекторы для самолетов типа Ил-96, Ту-204, Ил-76, Ил-86, Ил-62, Як-42, Як-40;
- аэродромные глушители всасывания для самолетов типа Ил-96, Ту-204, Ил-86, Як-42;
- аэродромные глушители выхлопа для самолетов типа Ту-134, Ту-154, Ил-76 и Ил-86.

Перечисленные АСКЗ рекомендуется применять в комплексе, если необходимо реализовать более высокую акустическую эффективность. Если принимается решение об оборудовании одного или нескольких мест для опробования, то целесообразно площадки опробования размещать на наибольшем удалении от открытых рабочих мест на территории аэродрома не менее 600 м и районов жилой застройки (не менее 2000...3000 м) в зависимости от типа ВС.

3. В соответствии с табл. 1 и рис. 3 выбирается тип стационарного АСКЗ (за основу расчета взят самолет Ил-86 с двигателями НК-86, как наиболее шумное ВС).

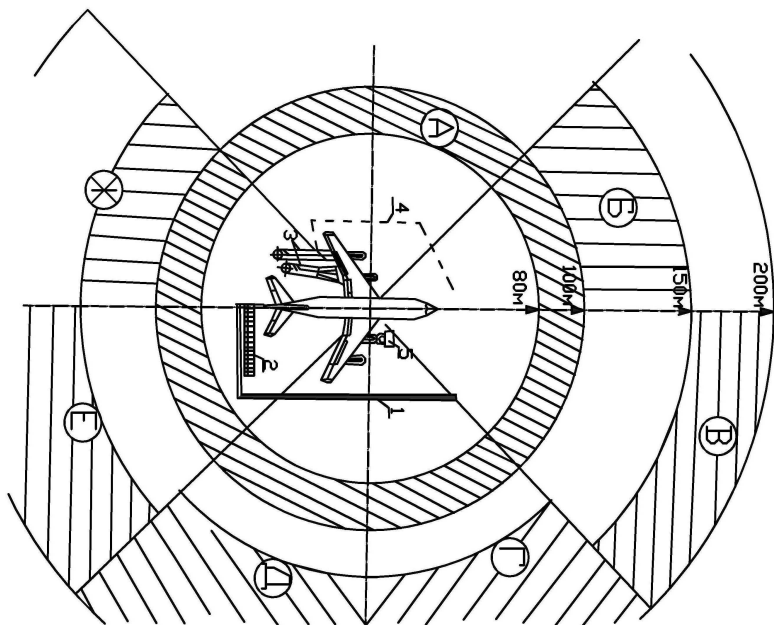


Рис. 3. Схема выбора аэродромных средств коллективной защиты: 1 – акустический экран; 2 – дефлектор; 3 – стационарный глушитель выхлопа; 4 – АШК; 5 – глушитель шума всасывания

При этом необходимо учитывать, что шумоглушающие устройства от авиационного шума, создаваемого силовыми установками воздушных судов, должны снижать шум до допустимых уровней при наиболее неблагоприятном сочетании источника (или источников) шума и защищаемой рабочей зоны или объекта на территории аэродрома.

Таблица 1

Характеристики аэродромных средств коллективной защиты

Защищаемая зона	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
Требуемая акустическая эффективность, дБА	25-40	15-20	5-10	12-18	15-20	20-30	25-35
Рекомендуемое средство защиты	4	4	5	1	1	2+1	3
Характерные размеры, м	от типа глушителя	300 x 8-13	4x3	60x8	80x13	2-60 x 3 1-220x10-13	18x3,5 на един.
Масса /металл/, т	400-500	250-300	1,5-3	35	80	250	60-80 на един.

Если требуемая акустическая эффективность не более 15...20 дБА, то можно применить конструкции передвижных глушителей всасывания и выхлопа.

Выбор материалов и методов, обеспечивающих высокую эффективность АСКЗ, определяется многими факторами, к основным из которых относятся:

- требуемая акустическая эффективность для защиты конкретной рабочей зоны;
- акустическая эффективность применяемых материалов;
- пространство (габаритные размеры АСКЗ) для акустической обработки;

- доступность места акустической обработки для проведения профилактического осмотра и замены вышедших из строя узлов конструкции АСКЗ или каких-либо материалов ЗПК;
- влияние метеорологических факторов;
- требование и методы технического обслуживания;
- вероятность ударов и других повреждений и защита от них;
- требования охраны труда и пожаробезопасности;
- требования защиты ВС при совместной работе с АСКЗ;
- сочетаемость акустической обработки АСКЗ с химическим воздействием ГСМ и другими жидкостями;
- срок службы материалов ЗПК;
- стоимость материалов конструкции АСКЗ и стоимость выполнения проектных, строительных и монтажных работ.

Выводы

Автором в 90-е годы был разработан и испытан в полевых условиях на территории ГосНИИ ГА аэродрома Шереметьево ряд полноразмерных опытных образцов аэродромных средств коллективной защиты от шума. Обоснованы рекомендации по номенклатуре, выбору и основным характеристикам коллективных и индивидуальных средств защиты от шума при опробовании силовых установок воздушных судов. Их расчет и проектирование производится на основании расчета уровней звука для защищаемой аэродромной территории. Предпочтение тому или другому средству должно отдаваться на основе оценки социально-экономической эффективности и по наибольшему достигаемому эффекту.

ЛИТЕРАТУРА

1. Картышев О.А. Результаты натурных испытаний аэродромного эжекторного шумоглушителя выхлопа / Тезисы докладов Всесоюзной научно-технической конференции по проблемам динамики, управления и безопасности полетов. - Рига, 1985.

APPLICATION OF COLLECTIVE PROTECTION FACILITIES FROM NOISE FOR IMPROVEMENT OF LABOUR CONDITIONS AT WORKPLACES OF ENGINEER AND TECHNICAL PERSONNEL OF THE AVIATION ENTERPRISES

Kartyshev O.A.

Results of analysis of experimental researches are shown and generalized for acoustic efficiency of the modern airfield collective protection facilities from noise.

Key words: airfield collective protection facilities from noise, air field mufflers of suction and exhaust, acoustic screen, deflector, air field noise protective apartment, acoustic efficiency.

Сведения об авторе

Картышев Олег Алексеевич, 1949 г.р., окончил Ленинградский институт авиационного приборостроения (1976), кандидат технических наук, директор Авиационного экологического центра ФГУП ГосНИИ ГА, автор более 50 научных работ, область научных интересов – авиационная акустика, экология воздушного транспорта, история гражданской авиации.