

Б<sub>и</sub> 745<sup>п</sup>

И. Я. БОРЩЕВСКИЙ

# ПРОТИВОШУМЫ В АВИАЦИИ



НАРКОМЗДРАВ СССР  
МЕДГИЗ-1939

И. Я. БОРЩЕВСКИЙ

Б<sub>и</sub> 745<sup>п</sup>

ЧИТ

# ПРОТИВОШУМЫ В АВИАЦИИ

ДЛЯ АВИАЦИОННЫХ ВРАЧЕЙ  
И ЛЕТНОГО СОСТАВА



С ПРЕДИСЛОВИЕМ  
ПРОФ. Г. Г. КУЛИКОВСКОГО

20 рисунков в тексте

1946

БИБЛИОТЕКА ИИЗД.  
№ 289812  
Инвентаризация 1939

ЧИТ

НАРКОМЗДРАВ СССР  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МЕДИЦИНСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ «МЕДГИЗ»  
МОСКВА — ЛЕНИНГРАД  
1939

ОПЕЧАТКА

Строка	Напечатано	Следует читать
2 сверху	Семкин	Темкин

Борщевский, Протившумы в авиации

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Вопрос об индивидуальных мерах защиты органа слуха от шумовой травмы, несмотря на давность изучения его, до сих пор не может считаться вполне разрешенным практически.

До сих пор еще существует предубеждение у некоторых летчиков, артиллеристов и других лиц военных профессий против ношения противошумов. В то же время современное развитие техники и рост боевого оснащения Красной армии, о котором говорил в своем докладе на XVIII съезде ВКП(б) товарищ Ворошилов, эффективно иллюстрируемый общим весом минутного залпа корпуса, равного 78 932 кг, требуют со всей остротой поставить вопрос о необходимости защиты органа слуха от вредного действия детонаций и шума.

Поэтому сведения, которые приводятся в этой книге, составленной доктором И. Я. Борщевским, сотрудником Института авиационной медицины ВВС РККА им. академика И. П. Павлова, о характере шума в авиации, описание различных противошумов с указанием, какие из них являются наиболее подходящими для летчиков, представляют большой интерес и могут быть полезны как для летчиков, так и для врачей авиационных частей, которые должны быть застрельщиками в борьбе за обеспечение противошумами всего летно-технического состава нашего славного воздушного флота.

Проф. Г. Г. Куликовский

## ВВЕДЕНИЕ

В природе нет абсолютного покоя. Окружающая нас среда и все предметы находятся в постоянном движении и, вибрируя, являются источниками непрерывных колебаний.

Специфическим (адекватным) раздражителем слухового аппарата являются периодические колебания окружающей нас среды, называемые в физике звуком.

Звук распространяется в воздухе в форме продольных колебательных движений со скоростью около 340 м в секунду.

Ухо человека способно ощущать колебания как звук, если число их находится в пределах от 20 до 20 000 герц<sup>1</sup>, причем колебательные движения, исходящие от звучащего предмета, распространяются в воздухе в виде продольных волн и приводят в колебательное движение барабанную перепонку. От барабанной перепонки по системе слуховых косточек колебания передаются лабиринтной жидкости внутреннего уха и кортиеvu органу — слуховому прибору, в котором находятся окончания слухового нерва, передающие коре головного мозга звуковые раздражения. В коре головного мозга имеются слуховые центры, где эти раздражения воспринимаются как звук. Это — путь «воздушной проводимости» звуковых колебаний к органу слуха. Кроме того, звук может передаваться внутреннему уху через колебания плотных тканей, окружающих ушной лабиринт. Такой способ передачи носит название «тканевой проводимости». Некоторые авторы, суживая это понятие, называют этот путь «костной проводимостью».

Правильные, регулярно повторяющиеся синусоидные или гармонические колебания воспринимаются нашим ухом как чистый звук (рис. 1).

Нерегулярные, аperiodические колебания среды воспринимаются как шум (рис. 2).

<sup>1</sup> Единица частоты колебаний, герц, равна 1 колебанию в секунду. Частотой колебательных движений характеризуется высота звука.

Шум — звуковое явление сложного состава; он состоит из комплекса звуковых колебаний низких и высоких частот, весьма непостоянных по своей силе. Поэтому шумы можно разделить на стационарные, не изменяющиеся, и шумы нестационарные, меняющиеся как по составу, так и по силе.



Рис. 1. Кривая синусоидных колебаний звука.

Обычно чем быстрее происходит изменение звуковой частоты и силы, тем дисгармоничнее и неприятнее шум.

Объем чувствительности человеческого уха может быть охарактеризован так называемой областью слуховых ощу-

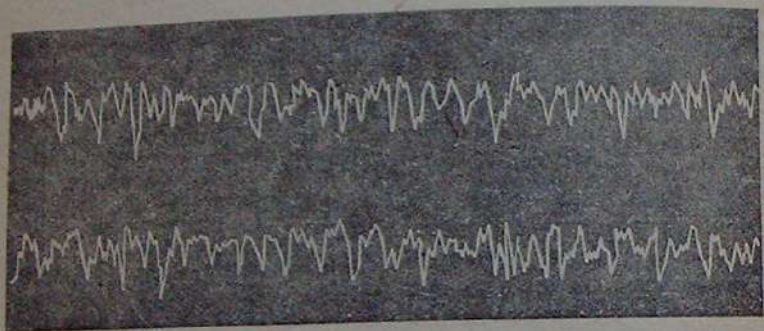


Рис. 2. Кривая аperiodических колебаний шума.

щений. Нижняя граница ее определяет порог слышимости отдельных частот, — это наиболее слабые звуки, которые еще могут восприниматься нормальным ухом человека. Если мы будем усиливать интенсивность этих звуков, то наступит такой момент, когда ухо не будет больше воспринимать звук, а будет испытывать чувство боли. Это — верхняя граница, при которой ухо начинает ощущать давление, переходящее в болезненное чувство.

Проф. В. И. Воячек указывает, что здесь правильнее говорить не о «границе», а о «зоне», так как пороговые ве-

личины для одного и того же звука весьма изменчивы и зависят от целого ряда причин. Поэтому пороговые величины для одних и тех же звуков у одних и тех же людей занимают не «линию», а «полосу» и лучше говорить о «зоне», а не о «границе» слуха.

Сила звука определяется количеством энергии (в эргах), протекающей в секунду через  $1 \text{ см}^2$  поверхности. От силы и энергии звука зависит давление, производимое звуковыми волнами.

Между силой шума, измеряемого обычным методом, и силой впечатления, производимого им на человеческое ухо, т. е. громкостью, существует большое различие. В то время как сила звука, будучи чисто физической величиной, определяется (объективно) количеством энергии звуковой волны, мерой громкости является физиологическое (субъективное) ощущение, испытываемое человеческим ухом.

Для измерения слухового восприятия громкости существуют две системы единиц — абсолютная и относительная. При оценке в абсолютных единицах громкость выражают либо в единицах звукового давления — барах<sup>1</sup>, либо в единицах энергии звука — эргах. При оценке в относительных единицах пользуются единицей измерения, называемой децибелом, который показывает отношение интенсивности измеряемого звука к пороговому ощущению того же звука, выраженных в абсолютных единицах:

$$L = K \log_{10} \frac{U_1}{U_0},$$

где  $L$  — ощущение слуха (громкость);  $U_1$  — интенсивность данного звука;  $U_0$  — пороговая интенсивность того же звука для хорошо слышащего уха;  $K$  — коэффициент пропорциональности. Децибелы являются самыми распространенными относительными единицами.

Самый сильный шум на границе болевого ощущения равен 130 децибелам. Приводим таблицу уровня громкости различных шумов (см. табл. 1).

При обследовании Перкинсоном различных шумов на транспорте самым шумным оказался самолет, шум которого достигает 115 децибел и приближается к порогу болевого ощущения.

<sup>1</sup> Бар равен давлению  $\frac{1 \text{ дина}}{1 \text{ см}^2}$  (приблизительно  $1 \cdot 10^{-6}$  атмосферного давления).

Источник шума	Громкость шума в децибелах
Шум самолета на расстоянии 5 м от винта . . . . .	120—115
Удары молотка в стальную плиту . . . . .	113
Мототка вблизи (без глушителя) . . . . .	102
Шум в кабине самолета . . . . .	100—90
Шум на платформе метрополитена при проходе экспресса . . . . .	97
Электрическая сирена . . . . .	92
Пневматическое сверло . . . . .	90
Автомобильные гудки на расстоянии 8 м . . . . .	80
Громкая радиопередача . . . . .	78
Шум в вагоне поезда . . . . .	80
Обычный разговор . . . . .	65—60
Шумное учереждение . . . . .	65—55
Шум в городской квартире . . . . .	45—25
Шоит на расстояние 1—2 м . . . . .	20
Звук биения сердца на небольшом расстоянии . . . . .	15

### ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ШУМА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Как в теоретическом, так и в практическом отношении важно знать, какое действие оказывает шум на слуховой орган. Давно известен уже тот факт, что длительная работа в шумовой профессии влечет за собой развитие тугоухости, а затем и глухоты.

Клинические исследования и экспериментальные работы в этой области ряда авторов доказали наличие в каждом звуковом воздействии двух факторов: механического и акустического (в узком смысле) в различных сочетаниях.

От характера звука, т. е. от преобладания в нем тех или иных тонов, также зависит степень вредного воздействия его на слуховой орган. Некоторые авторы считают, что чем больше низких тонов имеется в составе шума, тем сильнее его заглушающее (маскирующее) действие, а чем больше высоких тонов, тем больше его травмирующее (вредное) влияние.

Отдельные авторы приписывают вредное влияние только высоким звукам. По последним данным проф. В. П. Ермолаева, звуки порядка 6.000 герц вызывают патологические

изменения только при очень продолжительном действии, а частоты 8.000—10.000 герц, повидимому, уже не могут вызвать звуковую травму даже при длительном их применении. Другие же авторы, на основании своих опытов подтверждают, что низкие тоны не безвредны для органа слуха.

Проф. Воячек считает, что иногда звуки сами по себе могут не казаться очень сильными или неприятными, но при длительном воздействии они все же могут истощать слуховой нерв и привести рано или поздно, в зависимости от индивидуальной стойкости этого нерва, к хроническим заболеваниям органа слуха. Здесь опасность заключается в кумуляции (наслаивании) отдельных, хотя и сравнительно слабых, но многократно повторяющихся воздействий.

Вредное влияние на ухо ультразвуков доказано опытами В. Ф. Ундрица и Р. А. Засосова. Ими было обнаружено, что под влиянием ультразвуков большой мощности во внутреннем ухе животных происходят значительные патологические изменения. При остром эксперименте в опытах с шумовой травмой во внутреннем ухе наблюдались кровоизлияния в лимфатических пространствах лабиринта, разрывы нежных перепончатых мембран, отрыв кортиева мембраны, разбросанность и расшатанность клеток кортиева органа и резкое изменение их.

Хроническая акустическая травма, вызываемая длительным воздействием звуков, по интенсивности даже не доходящих до максимальных физиологических пределов, выражается главным образом в дегенерации клеток кортиева органа, отчасти опорных клеток, ганглиозных клеток спирального узла и, наконец, нервных волокон. Таким образом, под влиянием звуковой травмы, наносимой как высокими, так и низкими звуками, получают различные патологические изменения, меняющие анатомическую структуру и слуховую функцию кохлеарного аппарата.

По вопросу о влиянии шума на слуховой аппарат или о роли тканевой и воздушной проводимости в этиологии шумовой травмы существуют различные взгляды.

Зибенман, Йоши, Хессли и др. признают вредное воздействие шума только через воздух, совершенно отрицая значение тканевой проводимости в шумовой травме. В противоположность этому взгляду существует мнение Виттмаака о преобладающем значении тканевой проводимости.

Ряд авторов придает также большое значение связи враторной и шумовой вредности (Воячек, Семкин, Трамбуцкий, Куликовский и др.). Немаловажную роль в происхождении глухоты и других патологических явлений со стороны уха приписывают грубому сотрясению тела и вибрации, с которыми связана работа шумовых профессий.

Сотрясение, как известно, состоит из ряда различных колебаний и характеризуется преобладающим в нем периодом колебания. Сотрясения могут состоять из нескольких различных периодов. Периодические сотрясения до 16 герц не могут восприниматься как звук, а только ощущаются как механические колебания. Если сотрясение состоит из периодических колебаний свыше 16—20 герц, то оно может восприниматься и как механическое колебание, и как звук или шум. Сотрясения неперiodические воспринимаются как механические колебания и также могут вредно действовать на организм.

Почти во всех случаях неперiodические сотрясения вызывают периодические колебания связанных между собой тел, что порождает звуковые колебания. Таким образом, механические сотрясения почти всегда в практике сопровождаются звуковыми колебаниями.

Разница между акустическим и механическим фактором сотрясения заключается в том, что первый является для органа слуха адекватным (специфическим) раздражителем, а второй — неадекватным.

Таким образом, между шумом и сотрясением, помимо общности физической, имеется еще общность физиологическая.

Разница между ними в том, что звук передается преимущественно посредством воздуха, сотрясение же передается преимущественно через ткани организма. Отсюда можно сделать вывод, что вибрация, или сотрясение, является вспомогательным или дополнительным фактором, способствующим развитию профессиональной потери слуха.

Кроме указанных факторов, действие шумовой травмы вызывает не только последующее снижение слуха, но и общее утомление и потерю трудоспособности. Эти явления начинают сказываться при шуме громкостью в 80 децибел и выше (табл. 1). Для высоких звуков указанный уровень громкости несколько меньше.

Ряд авторов, помимо указанных выше патологических изменений в ухе, обнаружил разнообразные действия шума

на другие органы. Имеются указания на то, что шум вызывает раздражение не только слухового, но и вестибулярного аппарата. Под влиянием шума меняется и острота зрения, ритм дыхания и сердечной деятельности, кровяное давление, объем селезенки и почек, а также уменьшается число и амплитуда сокращений желудка человека.

Некоторые авторы (Смит) полагают, что изменения, происходящие в организме человека под влиянием шума, объясняются реакцией страха, и считают эти явления нарушением нервно-психической сферы. Действительно, после длительного воздействия шума у людей можно наблюдать бессонницу, пугливость, замедление психических реакций и понижение внимания. Лэирд нашел у работающих в шумовой обстановке повышение газообмена, т. е. повышенную затрату энергии для выполнения одной и той же работы. При затрате одной и той же энергии производительность труда в шумовой обстановке значительно падает.

По статистическим данным некоторых западно-европейских стран и США, под влиянием шума повышается травматизм и работоспособность падает на 50—60%.

В Советском Союзе, благодаря ряду социально-профилактических мероприятий, профессиональная глухота в особенности в последнее время, стала более редким явлением. Сокращение рабочего дня, регулярный отдых, техническая и индивидуальная профилактика шума резко ослабили воздействие шумового фактора на орган слуха.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ШУМА САМОЛЕТА<sup>1</sup>

Шумы самолетов очень скоро возбудили к себе большой интерес вследствие своей силы и сложного состава. Во время империалистической войны 1914 г. даже обсуждался вопрос о том, можно ли узнать самолеты по характерным для них тонам.

Увеличение мощности и количества моторов на современных самолетах, а также специальное оснащение на боевых машинах соответственно усилили шум.

Шум самолета характеризуется сплошным спектром, частота и интенсивность которого зависят от режима полета

<sup>1</sup> Характеристика шума самолета составлена по следующим материалам: Davis A., Noise, S. R. A. S. No 248, 1931; Krüger K., Luftwissen, Bd. 2, Nr 7, 1935; Dentan J., L'aéronautique, N 176, 1934; Соколов И. Т. и Латышев К. П., Шум аэроплана, ТВФ, № 8, 1934.

(скорость, высота, число оборотов мотора и т. д.). Уровень самолетного шума колеблется в пределах 110—120 децибел, а на некоторых типах самолетов достигает 130 децибел, т. е. порога болевого ощущения.

Вследствие большой силы шум самолета, а также вибрация приносит ущерб самому самолету, обслуживающему персоналу, а также и пассажирам. Под влиянием вибраций отдельных частей самолета уменьшается его прочность и срок службы. Вибрация очень вредно отражается и на работе всевозможных измерительных приборов, находящихся на самолете и служащих для целей авионавигации.

Производимый самолетом шум складывается из четырех основных, наиболее интенсивных и решающих компонентов: 1) шум винта; 2) шум выхлопа мотора; 3) шум, создаваемый движущимися частями мотора; 4) шум потока встречного воздуха.

Остальные источники шума незначительны и легко маскируются вышперечисленными компонентами.

**Шум винта.** Самым важным источником шума самолета является работа винта на большой скорости. Если винт вращается со средней скоростью, то создаваемый им шум приблизительно равен шуму мотора. В полете шум винта, вращающегося с умеренной скоростью, шум выхлопа и стук мотора имеют приблизительно одинаковую громкость.

«Чистый» шум винта некоторыми лабораториями измеряется следующим образом: винт устанавливается на станке и приводится в движение при помощи электромотора, так что слышимый шум создается только винтом.

На испытательном станке при одинаковом числе оборотов винт создает больший шум, чем в полете. Это объясняется тем, что при испытании на станке отсутствует поступательная скорость. В этом случае винт работает с установкой лопастей под большим углом, что вызывает ранний срыв потока воздуха. Громкость звука при испытании на станке на 10—20 децибел выше громкости звука, производимого винтом в полете.

Шум винта состоит из двух компонентов. Один из них, так называемый первичный шум, имеет основную частоту, равную произведению числа лопастей на число оборотов в секунду:  $Np = mn$ , где  $m$  — число лопастей, а  $n$  — число оборотов в секунду. Так, например, при 1800 оборотах в минуту при двухлопастном винте возникает тон

порядка 60 герцев:  $Np = \frac{1800 \cdot 2}{60} = 60$  герц.

Вторичный шум возникает вследствие завихрения на кромках лопастей винта. Колебание этого шума, состоящего из режущих тонов, лежит главным образом в области частот порядка 1000—3000 герц. При малом числе оборотов наблюдается большей частью вторичный шум. С увеличением числа оборотов первичный шум все больше выступает на первый план.

Кроме того, считают, что окружная скорость концов лопастей винта, которая равна произведению длины окружности на количество оборотов в секунду и выражается в м/сек ( $2\pi Rn$ ), является важным фактором в происхождении шума. Самым бесшумным оказывается тот самолет, у которого окружная скорость концов лопастей равна 170 м/сек, а при окружной скорости в 260 м/сек шум может достигать 120 децибел.

Приводим таблицу изменения шума одного и того же винта в зависимости от изменения скорости вращения.

Таблица 2  
Интенсивность шума винта в зависимости от скорости его вращения (по Дантану)

Окружная скорость винта (в м/сек)	Скорость вращения (в оборотах/мин)	Интенсивность шума (в децибелах)
167	1200	72
225	1600	89
259	1860	100
292	2100	110

Некоторые авторы считают, что сокращение окружной скорости винта на 30 м/сек дает уменьшение шума на 10 децибел.

Влияние других факторов, как, например, угла установки лопастей, диаметра и пр., очень мало по сравнению с влиянием окружной скорости. Некоторые считают, что тонкий профиль лопастей выгоднее толстых, что четырехлопастные винты бесшумнее двухлопастных. Шум винта только в том случае чувствуется сильнее всего, когда наблюдатель находится в плоскости винта.

**Шум выхлопа мотора.** Выхлопной шум происходит вследствие взрывообразного процесса сгорания, происходящего в цилиндрах мотора. Возникающий здесь шум переходит затем к концам выхлопного патрубка мотора и воспринимается ухом как пронзительный трещащий звук.

Двигатель внутреннего сгорания всегда является источником шума, в то время как паровые машины высокого давления, применяющиеся в Америке на малых самолетах, по-настоящему малошумны по сравнению с другими.

Шум выхлопа состоит из большого числа отдельных тонов, весьма различных по своей частоте и амплитуде, в зависимости от конструкции мотора и выхлопных патрубков. Звуки, создаваемые выхлопами, по интенсивности приблизительно одинаковы со звуками винта.

По теоретическим расчетам Херта шум выхлопа состоит из ряда гармонических частот, причем основная частота этого ряда  $N$ , равна половине произведения числа оборотов мотора в секунду ( $n$ ) на число группы цилиндров ( $V$ ), т. е.

$$Ne = \frac{n \cdot V}{2}$$

Так, например, основная частота двенадцатицилиндрового мотора при 1800 оборотах в минуту равна 90 герц.

$$Ne = \frac{n \cdot V}{2} = \frac{1800 \cdot 6}{60 \cdot 2} = 90 \text{ герц.}$$

Шум выхлопа мотора в 400 л. с. на расстоянии 3 м равен приблизительно 100 децибелам.

Пространственное распределение шума от выхлопа вокруг мотора сильно различается в зависимости от конструкции мотора и выхлопных патрубков. Часто можно наблюдать при шуме самолета, что звонкий трещащий шум выхлопа, даже если сила звука его не очень велика, далеко воспринимается ухом.

**Шум мотора.** Шум мотора создают движущиеся части его, как, например, шестерни, клапаны, кулачки, удары толкателей на штоки клапанов, треск из выхлопных патрубков при начальной работе мотора и пр. Шум мотора так же громок, как шум винта и как заглушенный шум выхлопа. Мотор с воздушным охлаждением мощностью в 400 л. с. на расстоянии 2,5 м производит шум, равный 100 децибе-

лам. Тот же мотор на расстоянии 4,5 м дает шум порядка 90—95 децибел.

По сравнению с другими источниками шума самолета шум мотора занимает второе место. Это видно из табл. 3.

Таблица 3  
Сравнительная громкость различных источников шума самолета (по Девису)

	Децибелы
Шум винта при максимальной скорости самолета . . . . .	110
Шум выхлопа мотора . . . . .	103
Шум механизмов мотора . . . . .	102
Шум в кабине различных самолетов . . . . .	80—100

**Шум потока воздуха.** Шум потока воздуха состоит из резких, высоких тонов, которые создаются ветречным воздухом, особенно у расчалок шасси, крыльев и других частей самолета, подвергающихся действию потока воздуха. Особенно резкий шум появляется в бипланах с многочисленными стойками и расчалками.

Современные стальные монопланы более жестки и менее шумны, чем бипланы.

В моноплане с тянущим винтом шум потока воздуха играет второстепенную роль. Он усиливается параллельно уменьшению шума мотора и винта. Шум, производимый мотором и винтом, преобладает над шумом потока воздуха.

Интересно остановиться на вопросе о влиянии атмосферных явлений на шум потока воздуха. К метеорологическим факторам, влияющим на распространение звука, следует отнести ветер, распределение температуры и влажность воздуха. Вследствие меняющихся свойств этих факторов изменяются и атмосферные условия, а они в свою очередь вызывают соответствующие изменения в условиях распространения звука.

Неравномерность структуры атмосферы подвергает диапазон слышимости самолета очень сильным колебаниям. Легко наблюдать, что при ветреной погоде шум самолета сильно изменяется по силе звука и характеру тона. В безветренные же, спокойные ночи звук самолета большей частью кажется очень равномерным. Один и тот же самолет одно время отчетливо слышен на расстоянии 10—12 км, тогда как

в другое время он не воспринимается ухом даже на расстоянии 1 км.

Кроме рассеяния звука, на больших расстояниях наблюдается также поглощение звука. Это явление объясняется законами внутреннего сопротивления и зависит от частоты звука; таким образом, поглощение тем больше, чем выше частота. Значительное влияние на поглощение звука оказывает влажность воздуха, при которой поглощение достигает наибольшей величины. Однородные атмосферные явления, как, например, дождь, снег, град и туман, усиливают шум, а разнородные в виде холодных и теплых потоков воздуха значительно его уменьшают.

### ВЛИЯНИЕ ШУМА САМОЛЕТА НА СЛУХ ЛЕТНОГО СОСТАВА

К числу шумовых профессий, кроме общеизвестных (котельщиков, ткачей, железнодорожников и пр.), необходимо также отнести работу летного инженерного и технического состава, протекающую в условиях непрерывного шума как в полете, так и на земле. Воздействие на орган слуха сильных и продолжительных звуков и шумов является одним из неблагоприятных моментов работы летного и технического состава воздушного флота.

Исследования влияния шума на слух летчиков велись рядом авторов несколько лет назад и касались летной службы вообще, без дифференцирования летного состава по роду авиации. Полученные ими данные были до некоторой степени противоречивы: в то время как одни считали, что летная служба со временем влечет за собой значительное понижение слуха, другие приходили к выводу, что летная работа не вызывает большой глухоты, а наблюдающееся понижение слуха в средней степени не влияет на летные качества пилота.

По данным проф. Г. Г. Куликовского, процент лиц с понижением слуха, в зависимости от летного стажа, значительно ниже, чем среди лиц других профессий. Об этом свидетельствует табл. 4, показывающая зависимость между понижением слуха и профстажем у летчиков, котельщиков, железнодорожников, ткачей.

Отсюда видно, что число лиц с пониженным слухом среди летчиков уменьшается по мере возрастания профстажа. Этот факт Г. Г. Куликовский объясняет тем, что принятые

Таблица 4

Профессиональное понижение слуха у лиц различных профессий в зависимости от стажа (по Г. Г. Куликовскому)

Летчики		Котельщики		Железнодорожники		Ткачи	
количество влетающих часов	процент лиц с пониженным слухом	профстаж (в годах)	процент лиц с пониженным слухом	профстаж (в годах)	процент лиц с пониженным слухом	профстаж (в годах)	процент лиц с пониженным слухом
100	28,1	10	70	1—5	50	До 5	18,4
500	16,3	20	90			До 20	62,1
1 000	12,2	Более 20	100	От 25 до 30	75	До 45	89,5
Более 1 000	14						
Средний процент	15,8	—	72	—	62,5	—	56,7

на летную службу с незначительным снижением слуха при последующих переосвидетельствованиях выбывали из летного состава.

Далее, автор задался целью выяснить, насколько понижение слуха влияет на летные качества. При обследовании оказалось, что 33% числа лиц с пониженным слухом имели отличные летные характеристики, 38% — хорошие, 24% — удовлетворительные и только 5% — неудовлетворительные. Таким образом, как будто прямой зависимости между остротой слуха и летными качествами не наблюдалось. Отсюда автор пришел к выводу, что одно понижение слуха не может служить причиной отстранения от летной работы.

Эти данные относятся к 1929 г. и в свое время были верны, если принять во внимание уровень развития авиации, мощность моторов и характеристику шумового спектра самолетов того времени.

Рейнус и Круковер также не отмечали потери слуха у летного состава. Другие авторы (Калин, Боржик) обнаружили в 80% понижение слуха у летчиков непосредственно после полета.

Аналогичные противоречивые указания по вопросу о

влиянии шума на слух летного состава мы встречаем и в иностранной литературе.

Так, например, Бауэр считает, что летная служба со временем влечет за собой полную глухоту. Конечным результатом влияния шума на летчиков Уэлс считает понижение слуха; оно происходит вследствие ослабления защитных функций тимпональных мышц, подвергающихся слишком длительным и активным вибрациям. Входящие в состав шумового спектра высокие звуки действуют изолированно и вызывают дегенеративные изменения в кортиевоушном органе.

Другой автор (Трэн) подтверждает, что у пилотов, кроме проходящих расстройств слуха до и после полета, могут развиваться постоянные слуховые расстройства. Понижение слуха, по его мнению, может быть двух типов: звукопроводящего и звуковоспринимающего. В первом случае причиной чаще всего являются катаральные заболевания ушей и нарушение проходимости евстахиевых труб. Автор описывает случай прогрессирующей глухоты, возникшей у летчика с рубцовыми изменениями в среднем ухе после полета на самолете с двумя мощными моторами. Имевшиеся в этом случае изменения после ранее перенесенного заболевания ушей не сказывались особенно на остроте слуха в обычных условиях, но после длительного полета на самолете с двумя мощными моторами эти изменения сыграли важную роль в возникновении глухоты.

Пфейфер указывает, что наиболее часто встречаются в авиации высокие тона. По его мнению, лица с обнаруженным понижением слуха на высокие тона должны быть отстранены от летной работы.

Исследовав слух у большого количества летчиков после трехчасового полета на высоте 4000 м. Альбрехт считает, что после полета у 12,5% исследованных никаких изменений слуха не было; у 62,5% обследованных наблюдалось понижение слуха на низкие тона при неизменной костной проводимости; у 25% обнаружено понижение слуха не только на низкие, но и на высокие звуки при укороченной костной проводимости. Таким образом, по его данным, в 87,5% слух не остается индифферентным в полетах, причем в 62,5% нарушается функция звукопроводящего, а в 25% — звуковоспринимающего аппарата.

Подвергнув подробному анализу различные шумы в полете, Фогэс считает, что некоторые компоненты шума вряд ли могут оказать на орган слуха неблагоприятное действие.

Гораздо большее значение, по его мнению, имеют чрезмерно сильные сигнальные звуки, на урегулирование которых должно быть обращено особое внимание.

Чтобы изучить причины перебоев в радиосвязи, обусловленные действием шума на слух радистов, Мирик произвел аудиометрические измерения на большом количестве летчиков и радистов во время и после полетов. По полученным им данным, понижения слуховой способности как во время полетов, так и после восьмичасового полета не наблюдалось. Другой исследователь Скотт при тех же условиях обнаружил понижение слуха, в особенности после длительных полетов. Непрерывный шум, по его мнению, вызывает усталость и снижение работоспособности. В результате экипаж на таком самолете при продолжительном полете становится менее работоспособным при выполнении своих обязанностей. Кроме того, шум мешает поддерживать связь между лицами, находящимися на самолете, и главным образом препятствует работе радио.

Часть авторов как будто отрицает вредное влияние шума самолета на слух летного состава, другие это влияние подтверждают.

По работам иностранных авторов часто трудно об этом судить, так как летчики капиталистических стран обычно не заявляют о своих дефектах слуха во избежание потери работы, что вполне естественно в условиях капиталистического отношения к труду и человеку. Это довольно красочно и убедительно изложено в книге Д. Коллинз «Летчик-испытатель».

Совершенно иные условия труда мы имеем у нас в Советском Союзе. Постоянное медицинское наблюдение за летным составом, изучение профессиональных заболеваний не только в летном деле, но и в целом ряде других профессий, связанных с шумом, дают возможность высказать мнение, что шум не является индифферентным фактором в авиационной работе. Это мнение подтверждается рядом исследований, произведенных в последнее время.

Н. Я. Синицына, производившая в одной из летных частей тяжелой авиации изучение работы летного и технического состава на тяжелых самолетах, приходит к выводу о несомненном наличии шумовой вредности, особенно при длительных полетах. Последующее явление шумовой травмы и восстановление работоспособности требует, по ее мнению, длительного промежутка в 3—4 часа. Надо пола-

гать, что в тяжелой авиации главным фактором, обуславливающим поражение органа слуха, является шумовая травма, т. е. продолжительное воздействие шума большой интенсивности, в то время как в высотной и скоростной авиации существенное значение имеет также и быстрое изменение атмосферного давления при фигурных полетах. Это находит подтверждение в наших исследованиях слуха у летчиков скоростной авиации.

Шум в условиях скоростной современной авиации оказывает комбинированное влияние на оба аппарата уха (звукпроводящий и звуковоспринимающий). Тем не менее поражение звукпроводящего аппарата в данном случае более выражено, о чем свидетельствует удлинение тканевой проводимости и снижение восприятия низких камертонов при обследовании летчиков скоростной авиации. Это подтверждает высказанное ранее рядом авторов мнение о том, что у летчиков скоростной авиации на первый план выступают нарушения звукпроводящего аппарата как результат изменения атмосферного давления (баротравма); явления же кумуляции как результат влияния шумового фактора здесь выражены гораздо слабее.

Постакустические явления в условиях современной скоростной авиации менее продолжительны и менее выражены, чем в тяжелой авиации. Шум в ушах и неприятное чувство заложенности обычно длятся 1—2 часа, после чего бесследно исчезают.

Продолжительность этих явлений увеличивается после полетов, которым предшествовал длительный перерыв в летной работе.

Сильнее влияют на слух резкие изменения атмосферного давления при недостаточной проходимости евстахиевых труб или несоблюдении режимов подъемов и спусков как в самолете, так и в барокамере при тренировке к высотным полетам.

Повторные исследования слуха у лиц летного и технического состава тяжелой авиации, высотников и скоростников указывают на постепенное развивающееся понижение слуха, которое иногда наступает совершенно незаметно для пострадавших, благодаря кумуляции, т. е. постепенному наслаиванию вредного действия шума в течение более или менее длительного периода. Наибольший процент понижения слуха дает летный состав с 5—6-летним стажем, чаще всего со слабой сопротивляемостью органа слуха (заболе-

вание ушей в детстве, плохая проходимость евстахиевых труб и пр.). Поражение слуха наступает неодинаково быстро и зависит от силы и характера шума, а также от конституциональной устойчивости органа. Это заставляет нас еще раз подчеркнуть необходимость более тщательного отбора кандидатов в летные школы и всю важность профилактических мероприятий по защите летного состава от шумовой вредности.

Травматизирующее действие шума, возможно, вызовет необходимость повысить требования к состоянию слуха у кандидатов, поступающих в летные школы. Митрофанов рекомендует для отбора кадров летного состава применять опыт с феноменом утомления слухового нерва. Этот опыт основан на том, что кандидаты после предварительного исследования слуха подвергаются дозированному воздействию сильного шума с последующим измерением слуха. При этом у лиц, склонных к шумовой травме, феномен утомления бывает выражен резче, чем у лиц с более «выносливым» органом слуха.

Проф. К. Л. Хиллов считает, что определение степени утомления может играть в профилактике летного состава роль индикатора плохой сопротивляемости слуха к шумовой травме. Оказывается, что орган слуха не у всех одинаков. У одних он слабо сопротивляется шумовой травме, у других же вредное шумовое воздействие не вызывает никакого эффекта. Можно думать, пишет К. Л. Хиллов, что иногда мы наталкиваемся и на наследственное предрасположение к глухоте, но это свойство может оставаться в скрытом состоянии до тех пор, пока сильный или продолжительно действующий раздражитель не приведет его в состояние активности. Таким образом, шум может служить как бы активатором потенциальной (скрытой) склонности к глухоте.

Наблюдения показывают, что шум в авиации, вследствие своей силы и продолжительности, вызывает иногда неприятное субъективное ощущение в виде резкого звона и шума в ушах, понижение слухового восприятия, явления усталости и понижение работоспособности, а у лиц с неустойчивой нервной системой он может вызвать и нервное утомление. Вот почему вопрос защиты летного и технического состава от шумовой вредности является чрезвычайно важным и своевременным.

## СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ЛЕТНОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТАВА ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ШУМА САМОЛЕТОВ

Борьба с шумом в авиации ведется в трех направлениях: 1) переконструирование механизмов, производящих шум; 2) применение звукопоглощающих и звукоизолирующих материалов для стен самолетных кабин и 3) применение индивидуальных мер защиты в виде специальных приборов, надеваемых на ухо и носящих общее название противошумов.

Разберем технические возможности этих мероприятий по борьбе с шумом самолета.

### 1. Технические мероприятия по снижению (заглушению) шума<sup>1</sup>

Вопросам изучения и уменьшения шума самолета уделяют много внимания. Сейчас во всех странах производятся обширные исследования, направленные главным образом к созданию конструкций бесшумных самолетов и снижению шумов существующих машин. Мероприятия по уменьшению шума самолета направлены как по пути локализации самих источников шума, так и по пути уменьшения шума в кабине закрытого самолета. Доказано, что шумы сильно снижаются у самолетов с совершенными аэродинамическими формами.

Борьба с шумом и сотрясением должна быть направлена прежде всего к устранению основных причин, создающих шумовые факторы.

**Уменьшение шума винта.** Чтобы уменьшить шум винта, было предложено уменьшить окружную скорость концов лопастей винта, заменить двухлопастные винты четырехлопастными, установить лопасти под углом не в  $90^\circ$ , а в  $45^\circ$  и пр. Кроме того, было предложено увеличить размеры винта, что дает возможность уменьшить число оборотов и соответственно уменьшить шум от винта.

Шум винта наиболее силен в плоскости вращения лопастей. Поэтому на многомоторных самолетах внутренняя часть фюзеляжа должна быть устроена так, чтобы помещение для личного состава, в особенности для летчиков и радистов, было вне плоскости вращения винта.

**Уменьшение шума мотора.** Шум мотора может быть уменьшен путем закрытия мотора соответствующим капотом (кожухом), путем обеспечения бесшумной работы отдельных механизмов, заменой распределительных клапанов золотниками и стаканчиками, а также путем правильной установки и амортизации моторов и изоляции их звукопроницаемыми материалами. Кроме того, мотор должен быть так отрегулирован, чтобы он не производил вибраций в сочлененных с ним узлах, так как вибрация легко передается по твердому телу на значительное расстояние и может вызвать звук от резонирующих плоскостей и поверхностей.

Выхлоп мотора почти не заглушается, и создаваемый им шум по громкости своей равен шуму мотора.

Для заглушения выхлопов в моторах были предложены следующие способы:

1) охлаждают отработанные газы, пропуская их через систему охладительных труб, благодаря чему давление выходящих газов понижается и звуки ослабляются;

2) выходящие газы пропускают через ряд труб и отверстий с тем, чтобы энергия их израсходовалась при этом на работу против сил трения;

3) отверстия выхлопных труб помещаются в звукопроницаемых камерах и, таким образом, ослабляется сила звука выхлопов;

4) применяют в трубопроводе дроселирующие приспособления, как, например, камеры-решетки или дырчатые листы;

5) применяют акустические фильтры, которые представляют собой отличное средство глушения для главных действующих частот и в то же время не оказывают никакого существенного влияния на выход выхлопного газа;

6) в некоторых случаях применяют заглушение выхлопов путем интерференции звука.

Особую трудность представляет конструирование эффективного глушителя, не увеличивающего опасности пожара в случае жесткой посадки с поломкой бензинового бака или бензинопроводки, когда увеличивается возможность возникновения пожара ввиду соприкосновения бензина с поверхностями глушителя. Эту опасность некоторые авторы предлагают уменьшить путем отведения выхлопных газов по особым трубам перед самой посадкой. Такой тип

<sup>1</sup> Раздел составлен по тем же материалам, как и глава III настоящей книги.

глушителя не нашел широкого применения ввиду малой эффективности его при больших габаритах и весе.

Мотор с воздушным охлаждением производит несколько больший шум. Применение редукторов усиливает шум мотора, не увеличивая, однако, общей силы звука самолета. Это достигается снижением при помощи редуктора максимальной скорости винта. Поясним это следующими примерами.

Если авиационный мотор в определенных условиях дает силу звука, например, в 100 децибел, то, включив в работу второй такой же мотор в тех же условиях, мы получим общую силу звука от двух моторов, равную 103 децибелам; если шум мотора и шум винта имеют одинаковую силу и общая сила звука равна 103 децибелам, то при полном заглушении шума мотора субъективная сила звука, вызванная винтом, остается равной 100 децибелам. Из этого примера следует, что нельзя получить большого эффекта, если из двух шумов приблизительно одинаковой силы заглушать только один. Чтобы получить действительный эффект, прежде всего нужно заглушать сильно звучащие компоненты обоих источников звуков, так как для общей силы звука они имеют существенное значение. Для определения сравнительного шумового значения звуков, исходящих из разных источников, большое значение придается маскировке одного звука другим. Значительное снижение шума при наличии источников различной силы может быть достигнуто только в том случае, если борьба с шумом будет направлена на самый сильный источник шума.

Хотя уменьшение шума мотора, шума винта и встречного потока воздуха понижает интенсивность шума в кабине самолета, но все же полностью его не устраняет, так как кабина расположена на очень близком расстоянии от источника шума. Поэтому в последнее время большое внимание уделяется конструированию звукопроницаемых кабин.

## 2. Конструкция звукопроницаемых кабин

Закрытые кабины значительно уменьшают интенсивность шума и тем самым улучшают условия работы летчиков главным образом на многомоторных самолетах.

Шум в кабине пассажирского самолета равен 75 — 110 децибелам и передается не только через воздух, но и путем вибраций фюзеляжа самолета и через конструктивные

части кабины, в особенности, от мотора. Стенки кабины, вибрируя, являются как бы большими звукоизлучающими мембранами. Наибольшее ослабление шума в кабине можно получить путем размещения выхлопных патрубков над плоскостями; таким образом, последние как бы экранируют кабину от шума выхлопов. Уменьшение шума в кабине за счет применения звукопоглощающего материала естественно влечет за собой увеличение веса самолета, что весьма невыгодно для его полетных качеств.

Как известно, звуки распространяются преимущественно через воздух, а сотрясение — через твердые тела. Для борьбы с воздушной передачей звуков и шумов следует тщательно заделывать самые незначительные отверстия и щели. Кроме того, необходимо тщательно пригонять стекла к стенкам кабин, так как общая поверхность всех вредных отверстий не должна превышать  $\frac{1}{10000}$  всей внутренней поверхности кабины.

В американских пассажирских самолетах глушение шума внутри кабины достигается тем, что все наружные, даже самые ничтожные отверстия тщательно заделываются; окна вделываются вплотную и не открываются; вентиляция происходит через особые каналы, внутри которых вставлены акустические фильтры.

Инженер Занг указывает, что даже одна щель или дыра в кабине может пропустить до 99% акустической энергии. С целью наилучшей акустической изоляции кабины самолета он применил резиновые прокладки на дверях и снабдил двери специальными замками. По заглушающим свойствам его самолет считался очень хорошим.

Хорошие заглушающие свойства могут быть обеспечены также устройством двойных стенок кабин, пространство между которыми шириной в 2 дюйма заполнено мягким шерстяным или волокнистым материалом. Материал, заполняющий пространство, должен быть легким, огнеупорным и не вызывать коррозии стенок. Некоторые авторы рекомендуют в качестве заполнителя стружки пробки и специальную морскую траву.

Приведем таблицу заглушающих свойств различных материалов (см. табл. 5 на стр. 26).

Легче всего передает звук простая полотняная обшивка, покрытая эмалитом.

Для достижения наилучшего заглушающего эффекта некоторые авторы рекомендуют делать стенки кабины двой-

Таблица 5

Заглушающие свойства различных материалов (по Дантану)

Материал	Общая толщина (в мм)	Уменьшение шума при средней частоте (в децибелах)
Полотно . . . . .	—	5
Лист алюминия . . . . .	0,5	15
Фанера . . . . .	3	20
Толстая фанера . . . . .	6	30

ными. Внешняя стенка должна представлять собой поверхность, хорошо отражающую звук, предпочтительно металлическую (из дюралюминия). Внутренняя обшивка должна быть звукопроницаемой и изготовляться из имитации кожи, фанеры, мелких филенок, тонких листов алюминия с многочисленными отверстиями и пр.

Кроме того, необходимо тщательно и прочно конструировать окна, так как без этого нельзя достигнуть хорошей изоляции от шума. Для того чтобы окна имели такие же изоляционные свойства, как и стенки кабины, необходимо пользоваться стеклами толщиной не менее 5 мм; при такой толщине стекло шум уменьшается приблизительно на 10 децибел. Внутренние стенки кабины, а также и пол должны быть максимально изолированы от несущих конструкций самолета и мотора, тогда они будут меньше подвергаться действиям вибрации.

Таким образом, уменьшение шума внутри кабины достигается поглощением звуков путем облицовки кабины материалами в виде фанеры, резины, войлока, кожи, шлаковой ваты, вермикулита и пр. Материал выбирается соответственно степени звукопоглощения, что определяется соответствующим коэффициентом. Изоляция кабины должна быть огнеупорной, легкой и водонепроницаемой. Кабина должна быть также гигиенична и комфортабельна.

Из-за ряда технических трудностей все перечисленные мероприятия по уменьшению шума самолета не нашли еще широкого практического применения. Трудность заглушения шума самолета заключается в разнообразии как имеющих звуков и шумов, так и путей, по которым эти звуки

могут доходить до уха человека. Ввиду этого вопросы индивидуальной профилактики летного и технического состава авиации от шумовой вредности являются чрезвычайно важными и актуальными.

### 3. Индивидуальные меры защиты от шума (противошумы)

Индивидуальная профилактика шумовой травмы в авиации является в настоящее время вполне своевременной и необходимой ввиду наличия, как мы уже говорили, и со-



Рис. 3. На рисунке изображены летный шлем с резиновыми прокладками Попова и 2 образца заграничных противошумов.

временной авиации сильного шумового фактора. Отсутствие радикальных технических мер по борьбе с шумом вынуждает летный состав зачастую прибегать к несовершенным и неэффективным методам индивидуальной защиты вроде заткывания ушей ватой. Разработкой средств защиты от шума занимаются уже давно. За это время предложено большое количество средств. Приводим ряд противошумов, в свое время предложенных различными авторами:

1) накладки на ушные раковины, состоящие из двух проволочных сеток, между которыми проложен слой металла особого состава;

2) каучуковые колпачки, закрывающие ушную раковину;

3) ватные шарики;

4) каучуковые твердые шарики с металлическим стержнем;

5) мягкая и губчатая резина;

6) резиновые сосочки, наполненные ватой;



Рис. 4. Образцы противошумов, вставляемых в наружный слуховой проход. 1—луковичный прибор из мягкой резины; 2—эбонитовый шарик на ниточке; 3—противошум «якорек»; 4—вата в резиновой оболочке; 5—прожиренная вата «Мезе».

7) резиновая трубка с ватой в просвете;

8) восковые шарики с металлической спиралью;

9) обыкновенный восковой шарик;

10) глина, смешанная с водой и глицерином;

11) воск и глина, смешанная с ватой;

12) воск и глина в ватной оболочке;

13) ватный шарик в шелковом колпачке, пропитанный парафином (рис. 3 и 4).

Перечисленные средства далеко не исчерпывают списка всех предложенных типов противошумов. Наличие большого количества различных типов этого прибора свидетельствует об отсутствии радикального противошума.

Трудность заглушения шума заключается в том, что

наше ухо не одинаково чувствительно ко всем звукам; поэтому требования, предъявляемые к противошумам, оказываются чрезвычайно сложными. Универсального защитного средства от действия всяких звуков, весьма разнообразных по частоте и интенсивности, быть не может. В зависимости от заданий и индивидуальных запросов необходимо иметь несколько типов противошумов.

Существует два основных типа: 1) противошумы, построенные по типу чепчика или шлема-повязки, закрывающей ушную раковину и всю околоушную область, и 2) противошумы, вкладывающиеся в наружные слуховые проходы (всякого рода «затычки»).

Противошумы должны удовлетворять следующим требованиям: 1) противошум не должен давить на ушную раковину или на наружный слуховой проход, 2) не должен раздражать кожу наружного слухового прохода, 3) должен быть сделан из звуконепроницаемого материала, должен быть удобным и практичным; 4) он должен совмещать защитные качества с возможностью пользоваться переговорной аппаратурой.

Противошум для наружного слухового прохода должен быть полужестким, так как жесткий слишком раздражает стенки слухового прохода, а мягкий — труднее вставляется и не так надежен в смысле герметичности. Форма противошума должна соответствовать углублению хрящевой части прохода. Он должен иметь наружный раструб, благодаря которому сильная воздушная волна может вдавливать его в глубину прохода и содействовать его плотному пролеганию. Чтобы противошум было легче чистить, луковича прибора, вставляемая в слуховой проход, должна отвинчиваться, так как каналы могут загрязняться серой. На луковицу для большей мягкости и эластичности и для увеличения диаметра при широком слуховом проходе полезно насаживать кусочек резиновой трубки. Прибор должен изготовляться различных размеров и подбираться соответственно размеру наружного слухового прохода. Приборчики должны прикрепляться шнурочками к головному убору или воротнику платья, чтобы ими можно было в любой момент пользоваться, а также во избежание потери. Таким прибором является противошум «втулка», предложенный проф. Воячком (рис. 5 и 6).

П. И. Трифонов произвел обследование большого количества противошумов с целью выяснить их заглушающие

свойства. Приводим данные, полученные им при испытании различных типов противошумов (табл. 6). Аналогичные исследования были произведены Пейзером. Полученные им данные приводим в табл. 7.



Рис. 5. Противошумы «втулки», предложенные клинкой проф. В. И. Воячека (Трифонов).

Наиболее примитивной мерой защиты от шума считается зажимание пальцами наружных слуховых проходов или вкладывание в уши ваты. Еще издавна наиболее практичным и действительным средством для изоляции от звука считалось закрывание ушей руками, причем менее надежно было зажимание ладонями, а более надежным — вдавливание пальцем

козелка ушной раковины в отверстие наружного слухового прохода или же затыкание пальцем этого отверстия. Палец рекомендовалось смачивать слюной

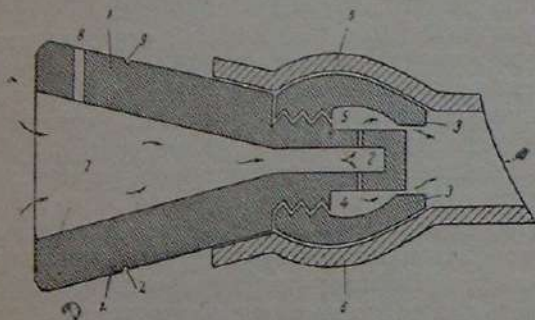


Рис. 6. Схематический чертеж противошума «втулка».

1—эбонитовый каркас; 2—отверстие для воздушного буфера; 3—стенки оливы; 4 и 5—винтовые нарезки; 6—резиновая насадка 7—рас-  
труб; 8—отверстие для шнура; 9—желобок для отпила при укорочении.

или водой для обеспечения лучшей герметичности. Закрывание уха этим способом неудобно, так как при нем заняты руки.

Вата, в особенности смоченная водой, нередко применяемая при акустических опытах в клиниках, часто сдви-

Таблица 6  
Заглушающие свойства различных противошумов (по Трифонову)

Тип противошума	Данные исследования остроты слуха			Шепотная речь (в метрах) (средняя—12,5 м)
	воздушная проводимость		костная проводимость	
	камертон А (норма звучания 180 сек.)	камертон С (норма звучания 90 сек.)		
	(в секундах)			(в м)
Ватные шарики . . . . .	160	85	95	8,0
«Томми» . . . . .	150	75	115	6,5
«Маллок» . . . . .	150	80	105	6,0
«Втулка» клиники ВМА . . . . .	135	75	105	7,0
Повязка с подушками из губчатой резины	100	60	115	5,5
Повязка с подушками из звукопроницаемой массы	90	70	125	5,0

Таблица 7  
Заглушающие свойства некоторых противошумов (по Пейзеру)

Название применяемого для устройства антифонов материала	Сила внешнего шума, примененного при опыте (без противошума)	Соответственная сила шума при применении противошума	Степень ослабления шума
Сухая вата . . . . .	15	14	1
Прожиренная марля . . . . .	13	12	3
Воск . . . . .	15	10	4
«Анакузин» (пластелинообразное вещество) . . . . .	13	9	2
Тампон, пропитанный жиром (Пейзер) . . . . .	15	10	5
	13	8	

<sup>1</sup> 1 Фон старой системы равен 6,02 децибелам.

гается с места, а потому оказывается мало надежным способом, не обеспечивающим безупречной герметичности наружного слухового прохода. Кроме того, она легко комкается, не имеет надлежащей пластичности и сама по себе является материалом пористым, пропускающим воздух.

К типам ватных глушителей относятся противошумы «Мезе», представляющие собой вату, пропитанную воскообразной пахнущей камфорой массой. Эти противошумы негигиеничны и вызывают неприятные ощущения в ухе; они легко отстают от стенок слухового прохода, вследствие чего нарушается герметичность и исчезает заглушающий эффект.

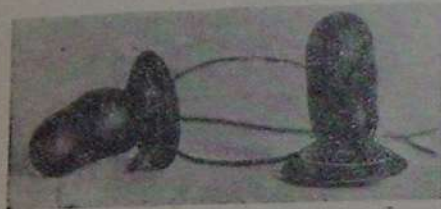


Рис. 7. Противошумы д-ра Калмыкова.

По образцу «Мезе» во Франции и в Англии изготавливаются вкладыши для ушей пассажиров авиалинии и продаются в изящных коробках с соответствующими рекламными надписями и внешним оформлением (рис. 3). Результаты от применения подобных противошумов такие же, как и при пользовании обычной ватой или ватой «Мезе».

К противошумам-обтураторам наружного слухового прохода относятся также эбонитовые шарики, резиновые сосочки, «якорьки», двудисковые противошумы и др. (рис. 4).

Заглушающие свойства этих обтураторов несколько лучше, чем ваты, так как их применение обеспечивает большую герметичность слухового прохода.

Последнее время П. Е. Калмыковым (Институт авиационной медицины) предложены противошумы в виде затычек для слухового прохода, имеющих форму резинового сосочка, наполненного звуконепропускаемой массой и прикрепленного к деревянному кружочку (рис. 7). Сосочек вставляется в наружный слуховой проход и прижимается к шлему. Защитные свойства его такие же, как и

у других подобного рода противошумов-обтураторов. Эти противошумы обладают теми же достоинствами и недостатками, о которых говорилось выше.

Из всех предложенных типов противошумов, вставляемых в наружный слуховой проход, наиболее совершенным является противошум Маллок-Армстронг и эбонитовые втулки, образец которых по указанию проф. В. И. Воячека разработан П. И. Трифоновым.

Противошум Маллок-Армстронг является в принципе артиллерийским глушителем, но вполне пригоден и для авиации. Он состоит из эбонитового рожка конусообразной формы с шарообразным расширением на конце. Вводимый в наружный слуховой проход шарообразный конец глушителя имеет канал в 5 мм в диаметре, открывающийся в наружный конец глушителя (раструб). Поперек канала стоит диафрагма, по обеим сторонам которой расположены металлические сетки. При полезных слуховых волнах, как, например, звук человеческого голоса, диафрагма вибрирует и передает звук барабанной перепонке; при вредных же звуковых волнах, например, при взрыве, выстреле, шуме, диафрагма, изгибаясь, соприкасается с металлической сеткой и не вибрирует, благодаря чему звук заглушается.

Эбонитовые втулки, предложенные клиником проф. Воячека (Трифонов) (рис. 5 и 6), имеют конусообразную форму с раструбом на наружном конце и оливообразным утолщением на внутреннем. Втулки снабжены буферными каналами для постепенного выравнивания давления. Таким образом, создается воздушный барьер, препятствующий прохождению мощной волны и пропускающий слабые колебания, наиболее важные для слуховой функции. Испытания показали, что такие втулки мало заглушают полезные звуки (например, слова команды), они портативны и допускают постепенное выравнивание давления. При резких изменениях атмосферного давления сильное воздушное давление не успевает пройти через узенький канал внутри уха, в то время как мелкие колебания проходят беспрепятственно. Такой канализированный противошум, гарантирующий постепенное выравнивание давления, весьма ценен в авиационной практике при резких снижениях самолета.

Для достижения наилучшего эффекта заглушения крайне необходимо обратить внимание на правильную подгонку и применение противошума.

## Правила пользования противошумами «втулки»

1. Противошумы «втулки» бывают двух номеров, поэтому, чтобы выбрать подходящий размер, нужно примерять каждый из них на правом и левом ухе.

2. Примерять втулки нужно, надев на шарообразный конец резиновую трубочку. Если эта трубочка окажется слишком толстой или тонкой, ее следует заменить трубочкой другого диаметра.

3. Втулки должны плотно сидеть в ушах («не хлябать»), но не вызывать чувства боли или неприятного давления.

4. Если большой номер «хлябает» в ухе, нужно надеть на шарообразный конец втулки более толстую резиновую трубочку или сверх первой еще вторую.

5. Если после того, как в уши вставлены втулки, при открывании рта будет казаться, что они плотнее зажимаются, то в ожидании выстрела следует открывать рот.

6. Нужно следить за правильным положением втулок в ухе и исправлять их, если они сдвинутся с места.

7. Втулки, соединенные во избежание потери попарно шнурочком, а также запасные резиновые трубочки носят в специальном мешочке, прикрепляемом к пуговице френча или гимнастерки или приколотом английской булавкой к шинели. За неимением мешочка можно прикреплять их к воротнику или головному убору или надевать на шею.

8. По миновании надобности втулки должны быть уложены в мешочек, причем при первой возможности их нужно тщательно обмыть теплой водой, осмотреть, и если в пазах заметно загрязнение ушной серой, то даже развинтить их и промыть водой до полной чистоты.

9. Перед употреблением втулок нужно проверить проходимость их для воздуха. Для этого шарообразный конец (луковицу) втулки погружают в сосуд с водой, а в противоположный конусообразный конец нагнетают резиновым баллоном воздух; если под водой появляются выходящие из шарообразного конца пузырьки воздуха, то проба удачна; если же нет, то нужно еще раз промыть втулку теплой водой и даже прочистить отверстие внутреннего цилиндра острием булавки.

10. При передаче втулок другому лицу, помимо тщательного обмывания, втулки следует дезинфицировать, обтирая их спиртом.

К сожалению, все перечисленные выше образцы про-

тивошумов, вставляемых в наружный слуховой проход, не нашли широкого применения в авиации в виду того, что у некоторых лиц они раздражают стенки слухового прохода и создают неприятное ощущение инородного тела в ухе, особенно при затягивании летного шлема. Это ощущение при длительном применении противошума иногда усиливается, поэтому их можно рекомендовать, только сообразуясь с индивидуальными особенностями лиц летного и технического состава. Помимо того, одной лишь закупоркой наружного слухового прохода добиться полной глухоты у человека невозможно. При полной герметической изоляции наружного слухового прохода снаружи звуки

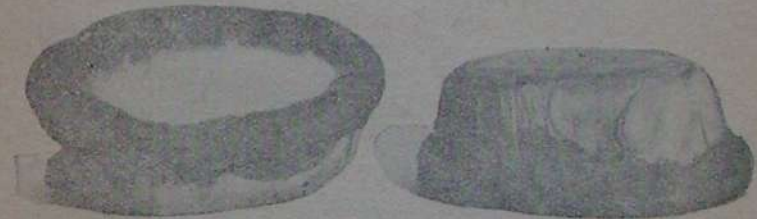


Рис. 8. «Заглушки» Грайфенбергера.

все же проникают в более глубокие отделы уха через кожу, хрящ и костные части, окружающие слуховой проход (тканевая проводимость). Поэтому другие типы противошумов построены по принципу более солидной изоляции всей околоушной области от воздействия шума.

С этой целью в Институте труда в Москве были сконструированы «заглушки» Грайфенбергера (рис. 8), представляющие собой коробочку, сделанную из папье-маше и оклеенную внутри байкой. Габарит этой коробочки таков, что в нее совершенно свободно помещается ушная раковина. Заглушающие качества этого противошума удовлетворительны. В летных условиях он, однако, не может быть использован ввиду громоздкости и невозможности вмонтировать его в летный шлем. Аюпджания предложил использовать в качестве противошума маточные резиновые колпачки (рис. 9 и 10), заполненные гигроскопической ватой. Несколько позже автор видоизменил их форму, приблизив ее к форме ушной раковины (рис. 11). Заглушающие свойства этого противошума, как показали испытания,

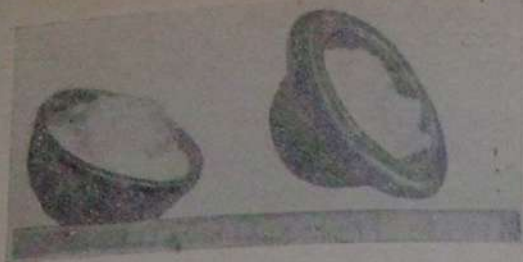


Рис. 9. Противошум Афонджаняна (резиновый колпачок, наполненный ватой).



Рис. 10. Противошум Афонджаняна, надетый на ухо.



Рис. 11. Противошум Афонджаняна с измененной формой резинового колпачка.

не велики; кроме того, резиновый валик, надавливая на околоушную область, вызывает неприятное ощущение.

Клиновицкий (Украина) предложил противошум в виде маленьких пуховых подушечек, надеваемых под летный шлем. Заглушающие свойства их незначительны. Недостатком является то, что из-за небольших размеров подушечки легко сдвигаются в сторону, что ухудшает их заглушающие свойства.

Украинский институт гигиены и профпатологии труда (Харьков) предложил в качестве противошума акустический



Рис. 12. Акустический фильтр.

фильтр, оригинально устроенный и напоминающий собой телефонные наушники (рис. 12). Для авиации он не практичен; заглушающие свойства его не велики. Кроме того, весьма трудно добиться плотного прилегания этого типа противошума к ушным раковинам и создания герметичности. Ношение этого противошума при летном шуме исключает возможность пользоваться переговорной аппаратурой (телефонами).

Американский автор Вальтер в 1936 г. предложил построить противошум следующим образом: материалом служит красная губчатая резина толщиной в 2,5 см; пластин-

ка такой резины вкладывается под подкладку летного шлема соответственно ушным раковинам. В резине делается углубление с таким расчетом, чтобы ушная раковина снаружи стороны резины монтируются трубки радиотелефона. Изготовленный по этому принципу образец противошума оказался очень громоздким и тяжелым.



Рис. 13. Летный шлем с прокладками из губчатой резины.

Хорошими, заглушающими свойствами обладает и обычный летный шлем, если под его подкладку соответственно положению ушных раковин вшить мягкую губчатую резину (рис. 13). Недостатком такого шлема является быстрое изнашивание резины и отсутствие телефона для переговоров.

Наиболее совершенными и практичными для авиации являются противошум типа «подшлемник» с вкладышами из звуконепроницаемой массы, заключенной в мягкую резиновую оболочку, и противошум «авиаповязка», являющийся своего рода дальнейшим развитием подшлемника.

Противошум «подшлемник», видоизмененный Г. Г. Куликовским и А. Г. Парфеновым, по форме напоминает летный шлем с укороченными концами и состоит из двух слоев: верхнего — из полотна или сатина и нижнего — из тонкого белого шелкового полотна. По размерам подшлемник соответствует существующим размерам летных кожаных шлемов. По бокам подшлемника имеются карманы для резиновых вкладышей с звуконепроницаемой массой (рис. 14 и 15).

Вкладыши размером 10 × 12 см имеют овальную форму и состоят из тонкой и мягкой резиновой оболочки, проклеенной без швов и заполненной целиком (обязательно без воздушных пространств) звуконепроницаемой массой, пред-

ложенной проф. В. И. Войчек. В последнее время Гордиенко предложил новый рецепт для звуконепроницаемой массы. Карманы в подшлемнике по размерам и формам соответствуют вкладышам. Противошум «подшлемник» должен быть хорошо подогнан, так как поверх него надевается обычный летный шлем.



Рис. 14. Противошум «подшлемник» проф. Г. Г. Куликовского и д-ра А. Г. Парфенова.

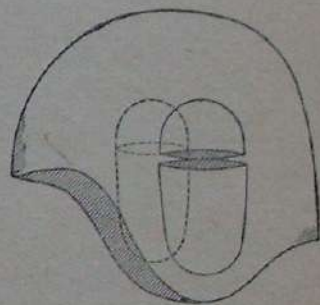


Рис. 15. Противошум «подшлемник» проф. Г. Г. Куликовского и д-ра А. Г. Парфенова.

Противошум «авиаповязка» (рис. 16 и 17), предложенный Г. Г. Куликовским, имеет овальную форму с вырезом для лица и затылочной части. К последней пришиты две широкие шелковые тесьмы, которые, растягиваясь, способствуют плотному прилеганию авиаповязки к лицу, что в значительной степени предохраняет от задувания. По бокам авиаповязки имеются карманы для вкладышей со звуконепроницаемой массой или для подушек из губчатой резины.

Испытания заглушающих свойств различных противошумов производятся обычно шепотной речью. По степе-

ни уменьшения восприятия шепотной речи на различные слова дискантовой и басовой группы слов можно судить о заглушающих свойствах того или иного противошума. Помимо шепотной речи, можно пользоваться еще камертонным исследованием, для чего следует применять два или три камертона различной частоты. Подходящими являются два камертона, из которых один басовый (например  $c_{128}$ ), а другой дискантовый ( $c_{1024}$ ).



Рис. 16. Противошум «авиаповязка» Г. Г. Куликовского.

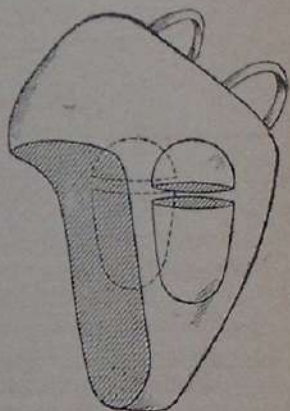


Рис. 17. Противошум «авиаповязка» Г. Г. Куликовского.

Зная стандарт камертона, т. е. время его звучания для хорошо слышащего уха, и сравнивая его с результатами, полученными при исследовании слуха с надетыми противошумами, можно судить о заглушающих свойствах противошума для данного камертона.

При испытании противошумов «подшлемник» и «авиаповязка» при помощи камертона  $c_{128}$  и  $c_{1024}$  было обнаружено значительное понижение восприятия через воздух басового и дискантового камертонов. Восприятие же ка-

мертона  $c_{128}$  «через кость», т. е. исследование тканевой проводимости путем приставления звучащего камертона к середине темени, при этом несколько повышалось. Противники ношения противошумов придают большое значение этому явлению, которое носит название «удлинение костной проводимости», усматривая в этом увеличение звуковой травмы вследствие усиления проводимости звуковых колебаний через кость и другие плотные ткани организма.

Из последних работ и доклада Г. Г. Куликовского на Всесоюзной акустической конференции можно сделать заключение, что в действительности костная (тканевая) проводимость при надевании противошумов не удлиняется, что доказывается опытами в «глухой камере», т. е. в помещении, изолированном от внешних шумов. Кажущееся удлинение продолжительности восприятия камертона «через кость» происходит вследствие того, что наше ухо изолируется противошумом от маскирующего действия внешнего шума, вследствие чего оно лучше (дольше) воспринимает звучание камертона, приставленного к голове. Таким образом создается впечатление «удлинения» тканевой проводимости по сравнению с данными исследования в условиях шума. На основании этих соображений ни о каком вредном воздействии противошума на орган слуха говорить не приходится.

Польза надевания противошума легко доказывается на практике. Специально произведенное исследование слуха людей, находящихся в шумовой обстановке, с надетыми противошумами и без них показывает заметную разницу в степени понижения слуха у лиц, пользовавшихся противошумами, и у лиц, не надевавших их во время опытного пребывания в шумовой обстановке. У лиц, не пользовавшихся противошумами, это понижение было выражено значительно сильнее (Трамбицкий).

Известный экспериментатор в области звуковой травмы Витмаак указывал, что звуковая травма, действующая через кость, разрушает орган слуха гораздо сильнее, но требует значительно большего времени, в то время как звуковая травма через воздух вызывается легче и быстрее. Поэтому он считал, что не следует опасаться защищать ухо от шумовой травмы, действующей через воздух, а, наоборот, необходимо стремиться защитить его.

Помимо лабораторных исследований, противошумы подвергались и массовым (войсковым) испытаниям.

В анкету, которая давалась испытывавшему противошум, были включены следующие вопросы:

1. Как долго надевается противошум. 2. Насколько неприятно вызываемое им ощущение в ушной раковине или в наружном слуховом проходе. 3. Продолжительность при-  
 в наружном слуховом проходе. 3. Продолжительность при-  
 менения: сколько часов или минут подряд употреблялся  
 4. Условия применения противошума: а) ре-  
 жим полета; б) высота полета; в) производилась ли стрель-  
 ба. 5. Расстояние испытуемого от мотора. 6. Оказывает ли  
 противошум препятствие ношению военной формы. 7. За-  
 трудняет ли переговоры и прием команды. 8. Совместим  
 ли с применением телефона. 9. Как заглушает шум мотора  
 ли с применением телефона. 9. Как заглушает шум мотора  
 самолета, звук выстрела пулемета или орудия. 10. Заме-  
 чается ли полезное или вредное действие противошумов  
 при резких изменениях атмосферного давления (высотные  
 полеты, дикирование).

Результаты испытаний противошумов «втулок» и «по-  
 вязок» (около 1000 анкет) были разработаны Г. Г. Кули-  
 ковским и представлены в виде табл. 8, где в первой графе  
 указывается то или иное качество противошума, а в по-  
 следующих дается цифра положительных ответов, выведен-  
 ная в процентах к общему числу ответов, т. к. ответы из  
 артиллерийских и бронетанковых частей мало отличались  
 друг от друга, то они сведены в одну графу.

При рассмотрении этих ответов видно, что в авиации  
 противошумы «втулки» не заслужили одобрения; при этом  
 следует отметить, что большинство отрицательных отве-  
 тов, повидимому, объясняется отсутствием индивидуальной  
 пригонки противошумов: например, указывается, что втул-  
 ки широки, что надеты на них резинки слишком широки  
 и длинны и пр. В то же время инструкция по применению  
 противошумов («правила») четко указывает, что размер  
 противошума, толщину резиновой трубки, а также и длину  
 ее нужно менять, чтобы выбрать подходящий размер. За-  
 метно, что к противошумам относятся с предубеждением  
 и ответы даются не на основании опыта, а по собствен-  
 ным соображениям. При постановке индивидуальных опы-  
 тов с противошумами приходилось наталкиваться также  
 на предубеждение в целесообразности и необходимости за-  
 щиты уха от шумовой травмы среди лиц летно-подъемно-  
 го состава и только после упорной разъяснительной ра-  
 боты санитарно-просветительного характера удавалось уго-  
 ворить испробовать противошум. Бывали случаи, когда

Таблица 8

Основные качества противошумов	Втулки		Показан в ар- тилл. и бронетан- ковых частях	
	в артилл. и бронетан- ковых частях	в авиации		
Надевается быстро . . . . .	95	80	60	
Ношению военной формы не препятствует . . . . .	92	31	50	
Затруднений в исполнении служебных обязан- ностей не создает . . . . .	78	30	40	
С применением телефона совместим . . . . .	53	25	47	
Вредные звуки заглушает:	хорошо . . . . .	45	25	39
	в средней степени . . . . .	43	62	62
	слабо . . . . .	12	13	8
Прием команды и переговоры:	не затрудняет . . . . .	17	8	69
	затрудняет слабо . . . . .	60	42	13
	затрудняет в средней степени . . . . .	22	25	20
	затрудняет сильно . . . . .	1	15	4
Неприятные ощущения в слу- ховом проходе	отсутствуют . . . . .	1	—	69
	слабо выражены . . . . .	58	12	16
	в средней степени . . . . .	33	41	24
	выражены сильно . . . . .	8	47	2

лица, вначале не желавшие и слышать о противошуме, по-  
 сле нескольких дней испытаний с неохотой возвращали  
 противошум и просили оставить его для дальнейшего поль-  
 зования.

Из рассмотрения ответов Г. Г. Куликовский делает сле-  
 дующее заключение:

1. По мнению значительного большинства, противошум  
 «втулки» оказывается весьма полезным в артиллерийских

и бронетанковых частях, обладаая нужными качествами, перечисленными в той же табл. 8.

2. Противошум «повязки» также может оказаться полезным для артиллеристов и водителей танков, особенно для лиц с повышенной чувствительностью слуховых проходов.

3. В авиации повязки не применимы, а втулки требуют дальнейших испытаний с точным соблюдением правил пользования этим типом противошума. Желательно попытаться при заказе следующих партий противошумов внести в них некоторые изменения; например, укоротить длину, сделать побольше номеров, различающихся по ширине, резиновые трубочки сделать из более мягкой резины и пр.

В качестве более объективного метода лабораторного исследования заглушающих свойств противошумов может служить: электроакустическая аппаратура, состоящая из звукового генератора на биениях, электроизмерительного прибора, аттенюатора и регулятора громкости и звукоизлучателя (рис. 18).

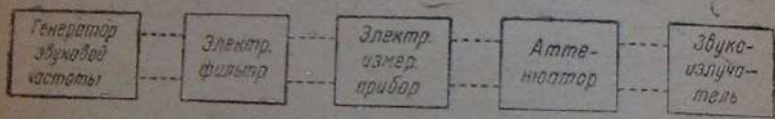


Рис. 18. Схема электроакустической аппаратуры для акуметрии.

Принцип звукового генератора заключается в том, что в нем смонтированы два высокочастотных генератора с разницей в частотах, равной звуковой частоте от 50 до 10 000 герцев. Эта звуковая частота улавливается детекторными лампами и усиливается двумя каскадами на выходе.

Электроизмерительные приборы указывают напряжение (или ток), подводимое к аттенюатору, а тем самым дает возможность определить развиваемую звукоизлучателем силу звука (давление) при измерении чувствительности уха в абсолютных единицах или же дает возможность поддерживать всегда постоянный уровень (величину) напряжения, что необходимо при измерении слуха в относительных единицах.

Аттенюатор вместе с регулятором громкости служит для уменьшения в определенное число раз напряжения (тока),

подводимого к звукоизлучателям, и этим соответственно уменьшает величину громкости (давление). При измерении в относительных единицах аттенюатор и регулятор громкости должны давать в децибелах изменение напряжения, а следовательно, и линейно-зависимого звукового давления.

Последним прибором установки является звукоизлучатель. В качестве его служит либо специальный телефон, либо громкоговоритель.

При электроакустических испытаниях противошумов можно пользоваться выдвинутым Г. Г. Куликовским принципом относительного акуметрического исследования. Для этого сначала определяется на данном звуковом генераторе относительная кривая порогов слышимости (на определенных частотах) уха без противошумов. Затем, надевая поочередно (с известными промежутками с целью избежания утомляемости слуха) различные типы противошумов, снова определяют кривую порогов слышимости для каждого типа. Сравнивая исходную кривую (без противошума) с полученными кривыми при испытаниях противошумов, можно определить относительные, т. е. сравнительные, заглушающие свойства каждого типа противошума, не вычисляя их абсолютного значения. Приводим примерную аудиограмму испытания различных типов противошумов, произведенного при помощи звукового генератора (рис. 19).

Из этой аудиограммы видно, что наилучшими заглушающими свойствами обладает противошум «подшлемник» с вкладышами из звуконепропускаемой массы и «универсальный шлем» с телефонами, предложенный А. П. Поповым.

Исследования противошумов типа «подшлемник» с целью выяснения возможности сочетания пользования этим видом противошума с телефоном показали следующее: если надеть подшлемник с вкладышами из звуконепропускаемой массы и поверх подшлемника надеть шлем с телефонами, то передача знакомого и незнакомого текста в искусственной обстановке шума, созданной мощным радиорепродуктором, включенным в электрическую осветительную сеть, принималась хорошо. Этот опыт показывает, что ношение противошума «подшлемник» не мешает пользоваться телефоном.

В связи с тем, что радио является одним из важных средств связи на самолетах, крайне необходимо, чтобы шумы самолета и применяемые противошумы не мешали

радиопередаче. Большинство из описанных протившумов, обладая более или менее удовлетворительными заглушающими свойствами, все же иногда отчасти мешает летному составу пользоваться средствами связи (телефоном).

Чтобы сочетать, с одной стороны, заглушающие свойства, а с другой — возможность пользоваться телефоном, в последнее время научно-исследовательская мысль пошла по

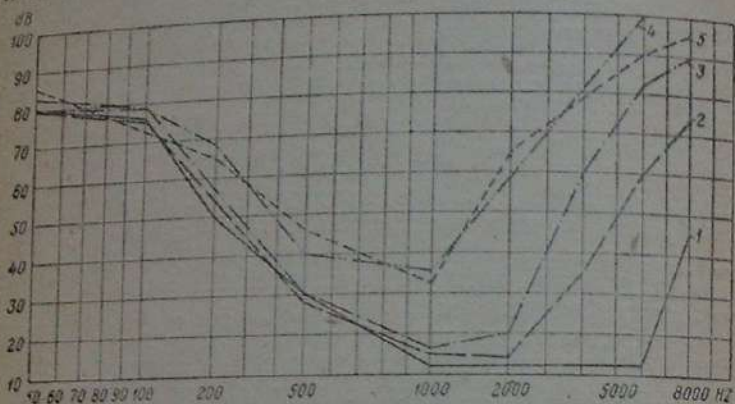


Рис. 19. Аудиограмма заглушающих свойств различных протившумов. 1—без протившума; 2—в летном шлеме; 3—с протившумом П. Е. Калмыкова; 4—с «универсальным шлемом» А. П. Попова; 5—с протившумом «подшлемник» Г. Г. Куликовского и А. Г. Парфенова.

пути создания специального шлема, обладающего протившумными свойствами, с вмонтированными в него телефонными, переговорными трубками и ларингофонами.

По такому принципу построен протившум типа «Сименса», представляющий собой металлическое «блюдец», в которое вставлен телефон; свободное пространство в этом «блюдце» выполнено легкой металлической массой. Протившуму вшивается в летный шлем. Заглушающие его свойства не велики. Кроме того, он придает громоздкость шлему, который становится мало удобным, плохо обтекаемым и не пользуется поэтому у летного состава особым успехом.

По этому же принципу А. П. Поповым сконструирован специальный шлем с футлярами, обладающими протившумными свойствами (рис. 20). В футляры вмонтированы

телефоны. Сами футляры состоят из гуттаперчи или эбонита и имеют форму эллипса. С внутренней поверхности футляр оклеен слоем губчатой резины. Глубина футляра позволяет свободно поместить телефон. Недалеко от свободного края оболочки футляра, на расстоянии, достаточном для того, чтобы ушная раковина не испытывала да-

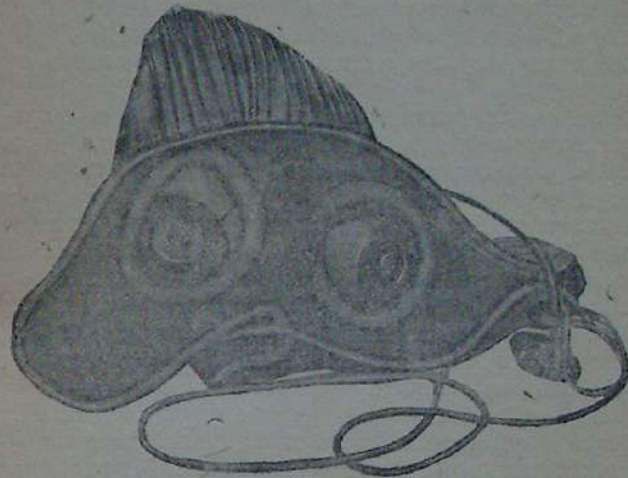


Рис. 20. «Универсальный шлем» А. П. Попова.

вления со стороны телефонной трубки. натягивается резиновая перегородка толщиной в 3 мм, в центре которой делается отверстие для звукоизлучающей части телефона. Края футляра оклеиваются замшей. Таким образом, получается сохраняющий свою форму футляр, который накрывает ушную раковину и плотно прижимается к околоушной области. При таком закрытии ушной раковины телефон легко прикасается к ней и не вызывает того неприятного ощущения при длительном ношении, которое наблюдается при ношении других шлемов.

Описанный футляр вкладывается в специально устроенные карманы в летном шлеме. При затягивании клапана шлема подбородочным ремнем футляры плотно закрывают ушную раковину. Уменьшая размер телефона и облегчая вес футляра, можно его значительно улучшить в отношении как габарита, так и веса, что делает его наиболее

удобным и практичным в условиях летной практики. Испытания такого шлема при помощи звукового генератора установили хороший заглушающий эффект (рис. 19). Такой тип шлема, обладающего противошумными свойствами, можно рекомендовать для летных экипажей, которым необходимо все время пользоваться переговорной аппаратурой. Для летного технического состава, который по условиям своей летной работы может обходиться без переговорной аппаратуры, можно рекомендовать противошум типа «подшлемник» с вкладышами из звуконепропускаемой массы.

Противошумы, вкладываемые в наружный слуховой проход, можно рекомендовать, только сообразуясь с индивидуальной приспособляемостью к данному типу противошума. В качестве противошума для работников моторных цехов авиазаводов и винтомоторных станций можно рекомендовать втулки проф. В. И. Воячека. Противошумы «подшлемник», «авиаповязка» в данном случае менее пригодны, так как они требуют применения летного шлема.

Интересно остановиться на вопросе использования костной проводимости в условиях борьбы с шумом и при конструировании переговорных аппаратов.

В последних образцах заграничных слуховых протезов «фонофор» и «сонотон» и др. построены по принципу передачи звуковых колебаний через кость. В этих аппаратах для усиления слуха в качестве звукоприемника употребляется угольный микрофон, обладающий особой чувствительностью к звуковым частотам, находящимся в области речи (от 500 до 2000 герц), а в качестве звукопередателей устроены вибраторы по принципу костного телефона. Вибраторы прилегают к голове в области сосцевидного отростка и прижимаются к нему специальной пружиной. При пользовании костным вибратором отсутствуют постоянные шумы, обычно препятствующие переговорам при помощи наушных телефонов. Это позволяет слушать речь через костный телефон (вибратор) даже при максимальном увеличении силы звука, так как при проведении через плотные ткани резкие звуки смягчаются.

Использование костного телефона в условиях летной практики позволит лучше защищать ухо от шума путем применения более мощных противошумов, не лишая возможности пользоваться телефоном, так как при пользовании противошумами уменьшается восприятие звуков через

воздушную проводимость и несколько не нарушается восприятие звуковых колебаний через кость.

Для этой цели опять-таки наиболее удобным является противошум типа «подшлемник» или «авиаповязка». Летный и технический состав, вынужденный вести переговоры в условиях сильного шума, для защиты от него могут пользоваться противошумами, а для переговоров — прибором, устроенным по принципу костного телефона. Это предложение, несомненно, заслуживает особого внимания. Вопрос этот, однако, связан с освоением и производством подобного рода электроакустического аппарата, который требует тщательной проверки и массового испытания его в летных условиях.

Потребность в противошумах в авиации в настоящее время является неоспоримой, если принять во внимание, что шум современного самолета равен 120—130 децибелам, достигая в целом ряде случаев порога болевого ощущения.

Конструкция кабин и «потолок» современного самолета, правда, несколько снижают общую громкость самолета; тем не менее она все же остается в пределах 90—110 децибел, являясь, таким образом, фактором, не безразличным для органа слуха летного, инженерного и технического состава.

## ЛИТЕРАТУРА

Воячек И. В., Избранные вопросы военной ото-рино-ларингологии, изд. ВМА, 1934.— Воячек И. В., Физиология слуха, Труды Ленинградского научно-практического института, т. 3.— Воячек И. В., Значение катодных генераторов звука в акуметрии, Архив ото-рино-ларингологии, т. 1, 1934.— Куликовский Г. Г., К вопросу о значении костной проводимости и сотрясающих факторов шумовой проф-редности, Журнал ушных, носовых, горловых болезней, т. 14, № 5, 1937.— Куликовский Г. Г., К вопросу о нормах и значении лабиринтных функций для авиаторов, там же, № 11—12, 1937.— Куликовский Г. Г., К вопросу о физиологии костной проводимости, Архив советской ото-рино-ларингологии, № 2, 1937.— Куликовский Г. Г., О применении противошумов в войсковых частях, Военно-санитарное дело, № 8, 1938.— Куликовский Г. Г., О профессиограмме летчиков, Военно-санитарное дело, № 5, 1938.— Трамбицкий Г. С., Шум и меры борьбы с ним, Журнал ушных, носовых и горловых болезней, т. 15, № 3, 1938.— Темкин Я. С., Роль костной и воздушной проводимости в патогенезе акустических поражений слуха, Труды Института им. Обухова, 1929.— Темкин Я. С., Профессиональная глухота, изд. Мособлспокома, 1931.— Темкин Я. С., О механизме влияния шума, Труды института им. Обухова, 1927.— Трифонов П. И., К вопросу о наилучшем ушном предохранителе, изд. Военно-медицинской академии. Сборник Трудов, № 1, 1934.— Парфенов А. Г., О состоянии слуха и вестибулярного аппарата у лиц летно-подъемного состава гражданского воздушного флота, Военно-санитарное дело, № 10—11, 1933.— Ундриц В. Ф. и Засосов Р. А., К вопросу о звуковой травме, Военно-санитарное дело, № 3, 1935.— Засосов Р. А. и Ундриц В. Ф., О действия сверхмощных звуков на ухо животных. Сборник Трудов Ленинградского научно-практического института, т. 3, 1935.— Ржевкин С. Н., Слух и речь в свете современных физических исследований, ОНТИ НКТП, 1936.— Попов А. П., Влияние аноксемии на слух, Вестник ото-рино-ларингологии, № 2, 1938.— Комендантов Л. Е., О профотборе в шумовой обстановке, Архив ото-рино-ларингологии, № 4, 1936.— Сивилыча Н. Я., Условия работы экипажа тяжелых самолетов, Сборник Трудов Центральной психо-физиологической лаборатории ГВФ, т. 1, 1936.— Борщевский И. Я., Шум в авиации и меры борьбы с ним, Вестник ото-рино-ларингологии, № 2, 1938.— Шафранова и Раева, Сравнительная оценка различных противошумов, Вестник ото-рино-ларингологии, № 2, 1936.— Ходяков Н. Д., Антифон из морской губки, Вестник советской ото-рино-ларингологии, № 2, 1934.— Аюлджанян, Новый тип противошума, Военно-санитарное дело, № 2—3, 1937.— Хиллов К. А., Материалы по акуметрии при проф-

отборе на летную службу, Сборник Трудов к 35-летию научной деятельности проф. В. И. Воячека.— Навязский Г. Л. и Смирнов Г. А., Шум самолетов, его исследование и меры борьбы с ним, Архив советской ото-рино-ларингологии, 1 (4), 1935.— Бронштейн К. И., Проблема шума и борьба с ним, Военно-санитарное дело, № 3, 1935.— Борщевский И. Я., О влиянии летной работы на слух летчика-скоростника, Вестник ото-рино-ларингологии, № 5, 1938.— Сборник «Теория и практика борьбы с шумом», 1935.— Сборник «Методы исследования шумов», под ред. С. Н. Ржевкина, изд. «Успехи физики», 1933.— Сборник трудов института авиационной медицины, Медицинское обеспечение авиации, Избранные вопросы физиологии органа зрения и ЛОР-органов, т. 1, Воеизд, М., 1939.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	3
Введение . . . . .	5
Физиологическое воздействие шума на организм человека . . . . .	8
Характеристика шума самолета . . . . .	11
Влияние шума самолета на слух летного состава . . . . .	16
Средства защиты летного и технического состава от воздействия шума самолетов . . . . .	22
Литература . . . . .	50



М—В—50

Ответственный редактор *Г. Куликовский*  
Технический редактор *А. Тропичкина*

Зав. к. ректорской *Л. Голицына*  
Зав. графич. частью *Е. Сметох*  
Впускающий *Я. Визит*

Славо в набор 25/V. 1939 г.  
Подписано к печати 19/VII. 1939 г.

Медгиз 319. Уполномоч. Главлита № А-13896  
Формат 64×84×108<sup>1/2</sup> мм. Заказ 448  
Печ. л. 3<sup>1/2</sup>. Уч. изд. л. 2,8  
Тип. зн. 3446 в 1 печ. л. Тираж 5 000 экз. Цена 60 коп.

15 изд. ОГИЗ треста «Полиграфкнига», Москва, М. Дмит., заказ. 15.