|  |  |
| --- | --- |
| *voenmeh* | МИНОБРНАУКИ РОССИИ  федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  **«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  **(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»)** |
| БГТУ.СМК-Ф-4.2-К5-01 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Факультет |  | Е |  | Оружие и системы вооружения |
|  |  | шифр |  | наименование |
| Кафедра |  | Е6 |  | Автономные информационные и управляющие системы |
|  |  | шифр |  | наименование |
| Дисциплина |  | Методы испытаний взрывателей и средств поражения | | |

КУРСОВАЯ РАБОТА

на тему

|  |
| --- |
| Испытания на воздействия акустических шумов. |
| Конструкции испытательных устройств. Методы |
| задания и контроля режима. |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выполнил студент группы | | | |  | Е6М31 |
| Вершилев М.С. | | | | | |
| Фамилия И.О. | | | | | |
| **РУКОВОДИТЕЛЬ** | | | | | |
| Маслов Д.В. | |  |  | | |
| Фамилия И.О. Подпись | | | | | |
| Оценка |  | | | |  |
| «\_\_\_\_\_» |  | | | | 2018г. |

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2018 г.

Оглавление

Введение……………………………………………………………………………3

1. Внешние акустические испытательные воздействия…………………………5

2. Акустическое поле в реверберационной испытательной камере.…………...7

3. Испытания методом бегущей волны……………………………..…………….8

4. Испытания методом объемного резонанса………………………………….....8

5. Испытания методом стоячей волны…………………………………………….8

6. Испытания на воздействие акустического шума…...………………………….8

7. Испытательное оборудование…………………………………………….……12

8. Выводы…..……………………………………………………………………….15

Список литературы

**Введение**

Процессы управления характерны для всех этапов жизненного цикла технических систем. Основными этапами этого цикла являются научно-исследовательские работы, опытно-конструкторские работы, серийное производство и эксплуатация. Очевидным является стремление решать все управленческие задачи на каждом из указанных этапов оптимальным образом. Но для этого необходимо иметь определенные научно обоснованные рекомендации, методы и методики, учитывающие специфику каждого из этапов жизненного цикла. Последнее означает, что должны быть созданы методологические основы и соответствующий теоретический аппарат, на которых могли бы базироваться конструктивные приемы и решения, принимаемые на этапах жизненного цикла технической системы.

Более детальный анализ жизненного цикла технической системы показывает, что среди основных событий цикла важное место занимают испытания. Испытаний (ГОСТ 16504-81) – это экспериментальное определение количественных и/или качественных свойств объекта испытаний как результат воздействия на него при его функционировании.

Вопрос о создании в ближайшее годы теории испытаний сложных технических систем является чрезвычайно проблематичным. Испытаний в целом представляют собой весьма сложный процесс, характеризующийся огромной разнородностью решаемых задач, многоуровневостью этапов испытаний, многообразием оцениваемых характеристик испытываемых систем, наличием ограниченного числа образцов, выделяемых на проведение испытаний и т.п.

Основная цель испытаний в широком смысле заключается в получении информации о состоянии испытываемого объекта или системы. Эта информация в дальнейшем может использоваться для решения самых различных задач.

В любом испытании можно выделить следующие четыре этапа: планирование испытания, его проведение, обработка результатов испытаний, анализ полученных результатов и выработка решения.

**Внешние акустические испытательные воздействия**

Испытание на воздействие акустической вибрации *(акустического шума)*проводят с целью определения способности образца работать или сохранять работоспособность при воздействии нормированного высокоинтенсивного акустического шума. На практике изменения внешнего звукового давления состоят из совместного воздействия бегущих волн и реверберационных акустических полей. Стоячие волны, возникающие внутри конструкций и пустот, подвергаемых воздействию шума, могут резонировать и образовывать очень высокий локальный уровень звукового давления. Следовательно, необходимо выбрать наиболее подходящее акустическое испытание для образца. Выбор может быть основан на данных реальных измерений при эксплуатационных или летных испытаниях, или может быть определен исходя из заданных общих уровней шума для конкретных условий применения оборудования. Воспроизводимое при испытании воздействие может содержать спектральные составляющие на частотах выше или ниже областей частот, указанных на рисунках.



Рисунок 1 – Спектр третьеоктавной частоты для авиационной техники

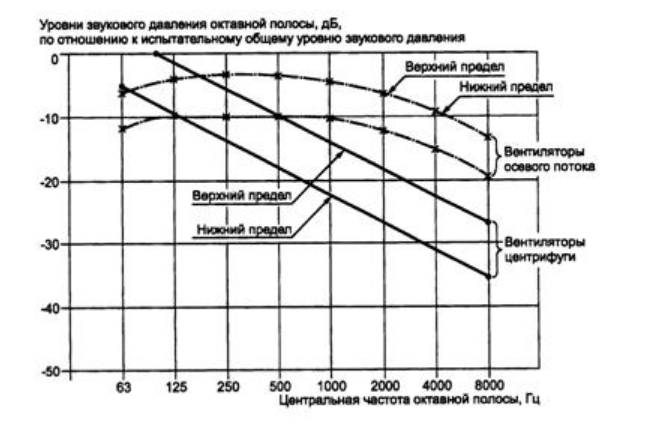


Рисунок 2 – Спектр октавной полосы для вентиляторов

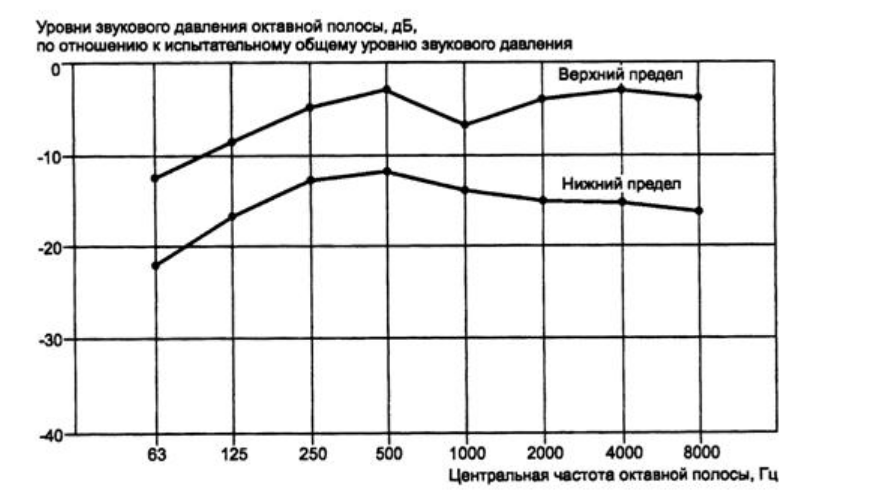


Рисунок 3 – Спектр октавной полосы для промышленного оборудования

Испытание на воздействие акустического шума проводят одним из методов в соответствии с требованиями к изделию согласно таблице 1. Обозначение метода испытаний состоит из обозначения испытания и двух цифр (через точку) обозначений составляющих метода, выбранных по таблице 1. Например: ускоренное испытание методом бегущей волны обозначают - «метод 108-2»; испытание в акустическом поле в реверберационной испытательной камере при воздействии на образец тона меняющейся частоты в заданном диапазоне частот условно-нормальное обозначают-«метод 108-1(б).3».

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Вид режима в части метода возбуждения звука | Вид режима в части ускорения испытаний |
| 1. Акустическое поле в реверберационной испытательной камере  а) Воздействие на образец акустического шума с равномерной спектральной плотностью ускорения во всем нормированном диапазоне частот  б) Воздействие на образец тона меняющейся частоты в заданном диапазоне частот | 1. Нормальные испытания по требованиям, установленным в НД на образец, в соответствии с фактической продолжительностью акустической части рабочего цикла в условиях эксплуатации  2 Ускоренные испытания по требованиям, установленным в НД на образец, в соответствии с фактической продолжительностью акустической части рабочего цикла в условиях эксплуатации. |
| 2. Испытания методом бегущей волны |  |
| 3. Испытания методом объёмного резонанса |  |
| 4 Испытание методом стоячей волны |  |

**Акустическое поле в реверберационной испытательной камере.**

Акустическое поле в реверберационной испытательной камере главным образом применяют для образцов, предназначенных для размещения в закрытых объемах, в случаях, когда изменение воздействующего на образцы давления распределено равномерно. Кроме того, это поле можно применять для испытания отдельно взятых оболочек, например, конуса обтекателя ракеты, если невозможны другие способы воспроизведения условий эксплуатации. Акустические поля внутри оболочки могут быть инициированы соседними устройствами, воздействующими на оболочку при помощи турбулентных газовых потоков,или разделением газовых потоков над поверхностью, вызванным шумом ракетных двигателей, или, например, внутри оболочки газоохладителя атомного реактора высокого давления.

**Испытание методом бегущей волны**

Испытание методом бегущей волны применяют в случае распространения акустической энергии над поверхностью образца. Примером подобного воздействия являются внешние устройства воздушных летательных аппаратов, теплозащитные экраны ракет, панели воздушных летательных аппаратов или поверхности их хвостового оперения.

**Испытание методом объемного резонанса.**

Этот вид испытаний применяют для воспроизведения ситуаций,при которых звуковое давление высокого уровня образуется в объемах, резонирующих под воздействием внешних турбулентных потоков или внешнего акустического воздействия. Примерами могут быть камеры самолетных колес, выпущенных при посадке, и камеры сгорания.

**Испытание методом стоячей волны**

Испытание в акустическом резонаторе применяют для создания высокого уровня звукового давления чистого тона. Испытание в основном применяют для оценки и разработки изделий, которые предположительно могут быть подвергнуты воздействию высокоинтенсивного узкополосного шума.

**Испытания на воздействие акустического шума**

Испытаниям на воздействие акустического шума подвергаются изде­лия, имеющие немонолитную структуру. Испытания проводятся двумя основными методами: методом воздействия на изделие случайного аку­стического шума и методом воздействия на изделие акустического тона меняющейся частоты. Выбор метода в принципе определяется усло­виями эксплуатации изделия. Испытательное оборудование в общем случае выбирается в зависимости от метода испытаний.

При выборе камеры необходимо учитывать, что ее минимальный требуемый объем, обеспечивающий воспроизведение диффузного поля, зависит от геометрических размеров источника и длины волны самой низкой частоты, рассматриваемой при испытаниях. В случае измерений в октавных полосах можно воспользоваться формулой, устанавливающей соотношение минимального объема камеры V и длины волны, соответствующей средней частоте самой низкой ок­тавной полосы.

Крепление изделий или приспособлений с изделиями выполняют таким образом, чтобы обеспечить передачу акустических шумов к ис­пытуемым изделиям с минимальными искажениями. Выбор способа крепления зависит от геометрических размеров изделия. Малогаба­ритные изделия, наибольший габаритный размер которых в закреп­ленном состоянии не превышает 40 мм, крепятся на приспособле­ниях в положении, соответствующем наиболее опасному способу крепления из всех предусмотренных для эксплуатации. При этом для испытаний некоторых изделий могут использоваться специальные мон­тажные платы. Резонансные частоты приспособлений или других средств крепления должны быть вне диапазона акустических шумов, т. е. не ниже 20 кГц и не выше 16 Гц. Крепление изделий, габарит­ные размеры которых не превышают 300 мм, может выполняться с помощью системы подвески на эластичных растяжках (резиновые шнуры, полосы и т. д.). Крупногабаритные изделия с наибольшими размерами (более 300 мм) могут устанавливаться на рамы и специ­альные столы с амортизаторными опорами. Изделия, имеющие соб­ственные амортизаторы, крепятся непосредственно на них. При этом резонансная частота системы изделие-амортизатор не должна превы­шать 25 Гц, что обеспечивается жесткостью монтажных плат и кре­пежных приспособлений.

Звуковое давление, создаваемое в камере, измеряется с помо­щью измерительных микрофонов, которые могут иметь два функци­ональных назначения. Для поддержания заданного уровня звукового давления при испытаниях в камере может быть установлен конт­рольный микрофон, включенный в замкнутую систему автоматичес­кого регулирования. Для определения уровня звукового давления, непосредственно воздействующего на испытуемое изделие в камере, возможно использование нескольких измерительных микрофонов. Важным является правильное размещение микрофонов в камере, ко­торое определяется выбором их оптимальной угловой ориентации от­носительно источника звука, расстоянием между микрофоном и ис­точником, а также особенностями источника. Угловая ориентация микрофона характеризуется углом, составленным его рабочей осью и направлением на источник звука. Увеличение этого угла приводит к падению чувствительности микрофона на высоких частотах.

Испытание изделия на воздействие случайного акустического шума может проводиться с помощью любой из рассмотренных ранее уста­новок. Установка должна обеспечивать получение случайного акусти­ческого шума в диапазоне частот 125—10 000 Гц при уровне звукового давления, соответствующем требуемой степени жесткости (табл. 1).

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Уровни звукового давления   |  |  |  | | --- | --- | --- | | Степень жесткости | Акустический шум, дБ | Акустический тон меняющейся частоты, дБ | | I | 130 | 120 | | II | 140 | 130 | | III | 150 | 140 | | IV | 160 | 150 | | V | 170 | 160 | |

При использовании реверберационной камеры изделие распола­гают в ее средней части. Число измерительных микрофонов, уста­навливаемых в камере, зависит от размеров и формы изделия. Для изделий больших габаритных размеров рекомендуется проводить из­мерения в шести точках, а для изделий, у которых наибольший габа­ритный размер не превышает 20% длины наименьшей стенки каме­ры, — в трех точках. Измерения проводят в точках, отстоящих на 0,3 м от изделия, при условии, что изделие находится на расстоянии бо­лее 0,6 м от стенок камеры или посредине между изделием и стенкой камеры. Желательно, чтобы расположение измерительных микро­фонов в пространстве было равномерным. Значение звукового дав­ления определяют как среднее арифметическое результатов измере­ний (ГОСТ 20.57.406-81). Согласно рекомендации Международной организации технических норм и стандартов, результаты измерений могут быть определены как среднее значение по пространству квадра­тов средних квадратических значений звукового давления, вычислен­ных в точках измерений. Точки измерений выбираются так, чтобы всем участкам измерений соответствовали равные площади.

При испытании на воздействие акустического тона меняющейся частоты используется камера бегущей волны. Изделие располагают по геометрической оси излучателя так, чтобы сторона изделия с боль­шей площадью поверхности была бы направлена к излучателю. Из­делие закрепляется на гладкой, плохо отражающей поверхности, выше которой не имеется отражающих преград. Если излучатели в камере расположены (условно) на поверхности воображаемой полусферы, изделие располагается в ее центре. Для обеспечения условий «даль­него» поля радиус полусферы должен быть достаточно большим, т. е. таким, чтобы при удвоении расстояния от источника шума до испы­туемого изделия уровень звукового давления уменьшался на 6 дБ. Для грубой оценки можно считать, что условия «дальнего» поля су­ществуют на расстоянии от источника, превышающем самую длин­ную волну или же в 2—3 раза линейные размеры изделия.

При испытании указанным методом функции контрольного и измерительного микрофонов объединяются. Микрофон устанавли­вается на расстоянии 5 см от изделия в плоскости, перпендикуляр­ной к геометрической оси изделия, проходящей через его середину. При этом параметры испытательных режимов должны поддерживать­ся постоянными с допускаемым отклонением ±3 дБ. Испытания про­водят воздействием тона плавно изменяющейся частоты в диапазоне 125—10 000 Гц от низшей к высшей и обратно (один цикл). При этом в диапазоне частот 200—10 000 Гц уровень звукового давления должен соответствовать указанному в табл. 7.7. На частотах ниже 200 и выше 1000 Гц уровень давления должен быть снижен на 6 дБ/окг. относи­тельно уровня на частоте 1000 Гц. Продолжительность испытаний — 30 мин., если для контроля параметров изделия не требуется большего времени.

Испытания проводят под электрической нагрузкой. При этом измеряют параметры, по изменению которых можно судить об устой­чивости изделий к воздействию акустических шумов. Регистрация проверяемых параметров и их последующее сравнение с первоначаль­ными значениями позволяет оценить результат испытаний. Помимо измерений параметров проводится визуальный осмотр для выявления механических повреждений.

При разработке методики испытаний на воздействие акустичес­ких шумов необходимо учитывать: характеристику испытуемого изде­лия (габаритные размеры, форму, материал изделия), характерис­тику средств испытаний (испытательного оборудования, средств из­мерений и других технических средств), данные о местах установки измерительных микрофонов, метеорологические условия в камере и другие специфические требования.

**Испытательное оборудование**

Испытания изделий на воздействие АШ проводят:

* на открытых стендах с работающим двигателем;
* в закрытых блоках с натурным источником шума;
* в акустических камерах.

В качестве источника шума используется электродинамические преобразователи, реактивные струи воздуха, специальные сирены.

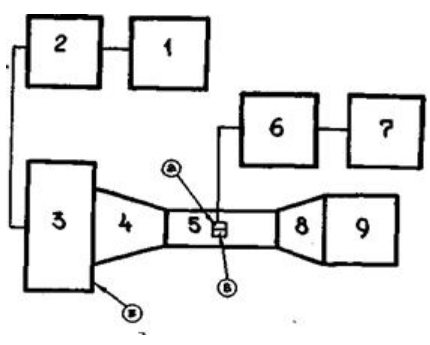


Рисунок 4- камера отраженной волны

1 - ЗГ; 2 - усилитель; 3 - излучатель; 4 - поворотный рупор; 5 - испытательная камера; 6 - усилитель; 7 - система записи; 8 - акустическая раковина.

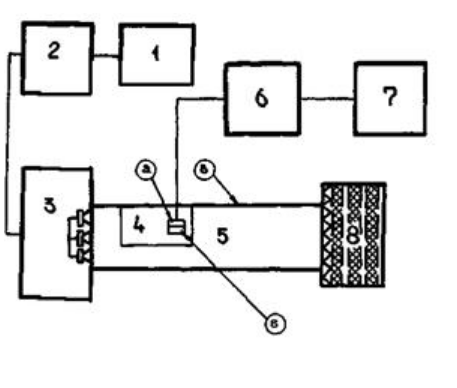


Рисунок 5 – камера подающей волны

1 - ЗГ; 2 - усилитель; 3 - излучатель; 4 - поворотный рупор; 5 - испытательная камера; 6 - усилитель; 7 - система записи; 8 - акустическая раковина

Данные источники могут устанавливаться в камерах с возрастающей волной и отражательного типа.

Оба типа камер построены на использовании явлений отражения и поглощения звуковых волн при их распространении в замкнутом объёме. Т.о. могут быть достигнуты звуковые давления в 170 дБ в узкой и до 150 дБ в широкой полосе частот.

Широкое распространение получили акустические камеры реверберационного типа. Схема такой камеры имеет вид:

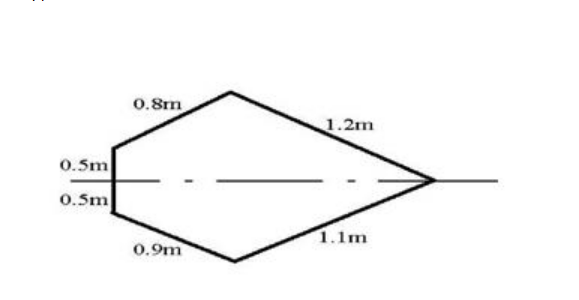


Рисунок 6 – Схема камеры реверберационного типа

Выводы:

1. При разработке методики испытаний на воздействие акустических шумов необходимо учитывать: характеристику испытуемого изделия (габаритные размеры, форму, материал изделия), характеристику средств испытаний (испытательного оборудования, средств измерений и других технических средств), данные о местах установки измерительных микрофонов, метеорологические условия в камере и другие специфические требования.
2. Испытание на воздействие *(акустического шума)*проводят с целью определения способности образца работать или сохранять работоспособность при воздействии нормированного высокоинтенсивного акустического шума.
3. Испытания проводят для аппаратуры, находящейся под**воздействием акустического шума реактивных и турбореактивных двигателей самолетов.**Акустический шум действует непосредственно на детали и узлы радиоаппаратуры и может вызвать вибрации резисторов, конденсаторов, проводников, расположенных даже на хорошо амортизированных блоках. Степень воздействия акустического шума зависит не только от уровня звукового давления, но и от площади детали, узла или блока. Уменьшение влияния звукового давления достигается помещением деталей и узлов в кожух, изготовленный из материала с большим коэффициентом затухания звуковой волны. В этом случае детали и узлы блока, защищенного кожухом, не подвергаются непосредственному воздействию звуковой волны, а хорошая амортизация блока, закрытого кожухом, обеспечивает ослабление воздействия звуковой - волны на блок в целом.

**Список литературы**

1. Глудкин О.П. Методы и устройства испытания РЭС и ЭВС. - М.: Высш. школа., 2001 - 335 с. 2001

2. Испытания радиоэлектронной, электронно-вычислительной аппаратуры и испытательное оборудование/ под ред. А.И.Коробова М.: Радио и связь, 2002 - 272 с. 2002

3. **Млицкий В.Д., Беглария В.Х., Дубицкий Л.Г. Испытание аппаратуры и средства измерений на воздействие внешних факторов. М.: Машиностроение, 2003 - 567 с 2003**

4. Федоров В., Сергеев Н., Кондрашин А. Контроль и испытания в проектировании и производстве радиоэлектронных средств - Техносфера, 2005. - 504с. 2005

5. ГОСТ Р52862-2007 (МЭК 60068-2-65:1993)

К презентации

**{2}** Процессы управления характерны для всех этапов жизненного цикла технических систем. Основными этапами этого цикла являются научно-исследовательские работы, опытно-конструкторские работы, серийное производство и эксплуатация. Очевидным является стремление решать все управленческие задачи на каждом из указанных этапов оптимальным образом. Но для этого необходимо иметь определенные научно обоснованные рекомендации, методы и методики, учитывающие специфику каждого из этапов жизненного цикла. Последнее означает, что должны быть созданы методологические основы и соответствующий теоретический аппарат, на которых могли бы базироваться конструктивные приемы и решения, принимаемые на этапах жизненного цикла технической системы.

**{3}** Испытание на воздействие акустической вибрации *(акустического шума)*проводят с целью определения способности образца работать или сохранять работоспособность при воздействии нормированного высокоинтенсивного акустического шума. На практике изменения внешнего звукового давления состоят из совместного воздействия бегущих волн и реверберационных акустических полей. **{4}** Стоячие волны, возникающие внутри конструкций и пустот, подвергаемых воздействию шума, могут резонировать и образовывать очень высокий локальный уровень звукового давления. Следовательно, необходимо выбрать наиболее подходящее акустическое испытание для образца. Выбор может быть основан на данных реальных измерений при эксплуатационных или летных испытаниях, или может быть определен исходя из заданных общих уровней шума для конкретных условий применения оборудования. Воспроизводимое при испытании воздействие может содержать спектральные составляющие на частотах выше или ниже областей частот, указанных на рисунках.

**{5} Испытание методом бегущей волны**

Испытание методом бегущей волны применяют в случае распространения акустической энергии над поверхностью образца. Примером подобного воздействия являются внешние устройства воздушных летательных аппаратов, теплозащитные экраны ракет, панели воздушных летательных аппаратов или поверхности их хвостового оперения.

**Испытание методом объемного резонанса.**

Этот вид испытаний применяют для воспроизведения ситуаций,при которых звуковое давление высокого уровня образуется в объемах, резонирующих под воздействием внешних турбулентных потоков или внешнего акустического воздействия. Примерами могут быть камеры самолетных колес, выпущенных при посадке, и камеры сгорания.

**Испытание методом стоячей волны**

Испытание в акустическом резонаторе применяют для создания высокого уровня звукового давления чистого тона. Испытание в основном применяют для оценки и разработки изделий, которые предположительно могут быть подвергнуты воздействию высокоинтенсивного узкополосного шума.

**Испытания на воздействие акустического шума**

Испытаниям на воздействие акустического шума подвергаются изде­лия, имеющие немонолитную структуру. Испытания проводятся двумя основными методами: методом воздействия на изделие случайного аку­стического шума и методом воздействия на изделие акустического тона меняющейся частоты. Выбор метода в принципе определяется усло­виями эксплуатации изделия.

**Испытательное оборудование**

Испытания изделий на воздействие АШ проводят:

* на открытых стендах с работающим двигателем;
* в закрытых блоках с натурным источником шума;
* в акустических камерах.

В качестве источника шума используется электродинамические преобразователи, реактивные струи воздуха, специальные сирены.

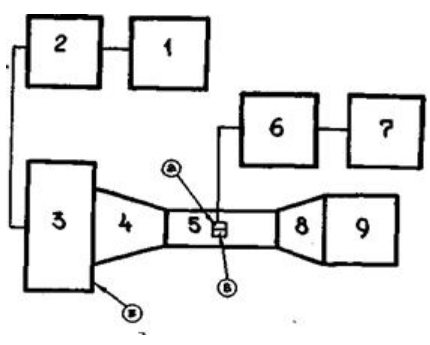


Рисунок 4- камера отраженной волны

1 - ЗГ; 2 - усилитель; 3 - излучатель; 4 - поворотный рупор; 5 - испытательная камера; 6 - усилитель; 7 - система записи; 8 - акустическая раковина.

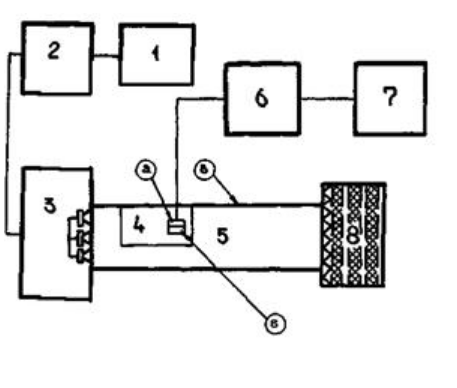


Рисунок 5 – камера подающей волны

1 - ЗГ; 2 - усилитель; 3 - излучатель; 4 - поворотный рупор; 5 - испытательная камера; 6 - усилитель; 7 - система записи; 8 - акустическая раковина

Данные источники могут устанавливаться в камерах с возрастающей волной и отражательного типа.

Оба типа камер построены на использовании явлений отражения и поглощения звуковых волн при их распространении в замкнутом объёме. Т.о. могут быть достигнуты звуковые давления в 170 дБ в узкой и до 150 дБ в широкой полосе частот.

Широкое распространение получили акустические камеры реверберационного типа. Схема такой камеры имеет вид:

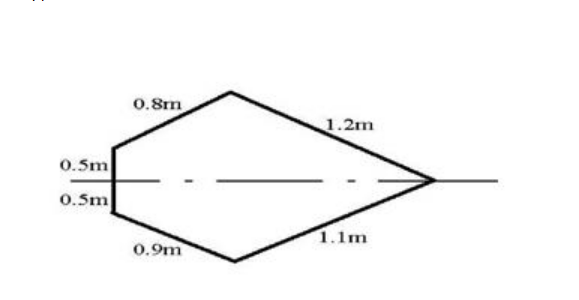


Рисунок 6 – Схема камеры реверберационного типа