

УДК 676:628.517.2

В.Н. Старжинский, С.В. Совина, С.Н. Сычугов

(V.N. Starzhinskiy, S.V. Sovina, S.N. Sychugov)

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: vsn@usfeu.ru, sovinasv@e1.ru

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СНИЖЕНИЯ ШУМА
В ОБЛИЦОВАННЫХ КАНАЛАХ
ПЕРЕМЕННОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ**

**EXPERIMENTAL RESEARCH OF NOISE REDUCTION
IN LINED CANALS WITH VARIABLE CROSS-SECTION**

Получены осредненные характеристики затухания звука в облицованных каналах переменного сечения на длине одного калибра, позволяющие проводить инженерные расчеты эффективности глушителей шума оборудования ЦБП.

Obtained averaged characteristics of attenuation of sound in lined channels with variable section at the length of one caliber, enable engineering calculations of noise silencer efficiency in pulp and paper industry.

Часто шум, возникающий при работе оборудования целлюлозно-бумажного предприятия (ЦБП), распространяется на рабочее место или в соседние помещения по каналам. К таким каналам можно отнести, например, загрузочные лотки рубительных машин, молотковых мельниц, каналы вакуумных систем, пересыпные узлы между слешерными установками и окорочными барабанами в случае их установки в отдельных помещениях.

Специфическими особенностями этих каналов является то, что они в большинстве случаев имеют переменное поперечное сечение. Многие из этих каналов служат для центрирования и направления по ним материала к рабочим органам оборудования. Если облицевать эти каналы звукопоглощающим материалом, превратив их в глушители активного типа, то возникает проблема защиты облицовки от механических повреждений перемещаемых по ним материалов.

Облицованные каналы переменного сечения, применяемые для снижения шума оборудования ЦБП, представляют собой активные глушители. Известно большое число работ, посвященных распространению и затуханию звука в облицованных каналах постоянного сечения. Обычно задача сводится к решению волнового уравнения при тех или иных граничных условиях на стенках канала. Теоретический анализ звукового поля в канале переменного сечения показал, что оно представляет собой сумму однородных и неоднородных цилиндрических волн разных типов.

Целью экспериментальных исследований было создание проверенных конструкций глушителей, определение их характеристик затухания для проверки теоретических положений затухания звука в каналах переменного сечения.

Экспериментальный канал был изготовлен из щитов следующей конструкции. Каркас щитов сделан из деревянных брусьев сечением 50×50 мм, на которые с двух сторон набиты листы фанеры толщиной 6 мм. Стенки, обращенные внутрь канала, имели перфорацию. В качестве звукопоглощающего материала было использовано ультратонкое стекловолокно (УТВ 20). Маты из УТВ закладывались в промежутки между внутренней и наружной стенками щитов.

Благодаря шарнирному креплению одного из щитов канала можно было менять угол раствора α в пределах $0-60^\circ$ для выявления его влияния на степень затухания звука. Горло канала имело размеры 150×150 мм. Длина канала принята равной 2 м. Звукоизолирующая способность щитов составляет около 35 дБ.

Схема экспериментальной установки представлена на рисунке 1. Она включает в себя исследуемый канал, звуковоспроизводящую и звукоизмерительную аппаратуру, переходный канал, выходной демпфер.

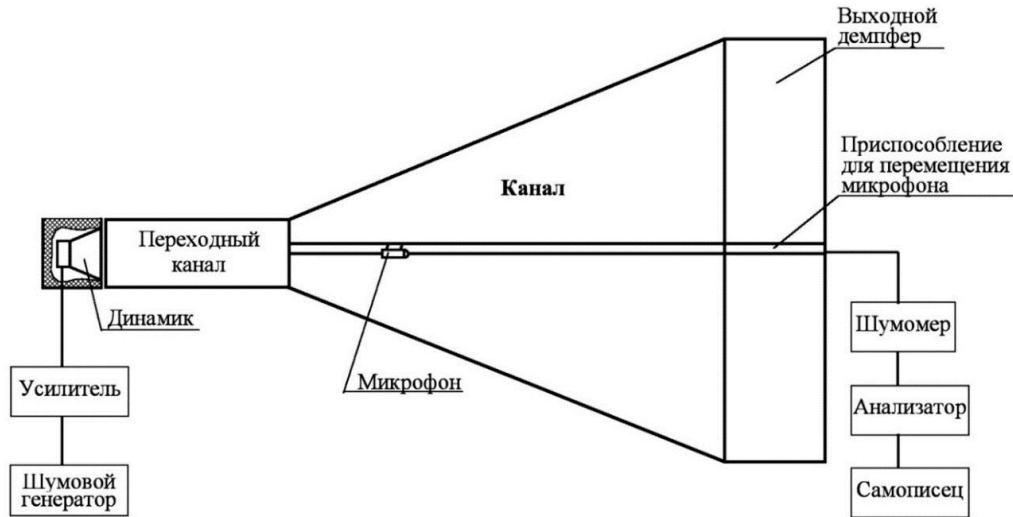


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для исследования затухания звука в канале переменного сечения

Звук подавался к исследуемой модели с динамика через переходный канал. Динамик располагался в звукоизолированном кожухе, который плотно через войлочную прокладку соединялся с переходным каналом. Напряжение на вход динамика подавалось с генератора «белого» шума или со звукового генератора (испытания проводились как на сплошном шуме, так и на синусоидальных тонах) через специальный усилитель.

Переходный канал имел длину 1 м и предназначался для установления плоских звуковых волн при входе в модель. Выходной демпфер располагался за исследуемой моделью и служил для уменьшения влияния отраженных волн на результаты измерений. Уровни звукового давления в различных точках модели измерялись шумомером, микрофон которого соединялся с прибором при помощи кабеля. Анализ шума производился 1/3-октавным анализатором спектра шума. Спад уровня звукового давления по длине модели записывался на ленту самописца.

Микрофон перемещался по нити, натянутой вдоль оси канала, а при замерах в устье канала и при замерах на высоких частотах не использовался акустический зонд.

Затухание звука в прямых каналах на низких частотах может быть оценено по изменению уровня звукового давления вдоль канала, а на высоких частотах – по изменению уровня звуковой мощности между двумя сечениями. Так как поперечные размеры устья и горла различны, то затухание $\Delta \varepsilon$ определялось по формуле:

$$\Delta \varepsilon = \overline{L}_1 - \overline{L}_2 + 10 \lg \frac{F_1}{F_2}, \quad (1)$$

где \overline{L}_1 и \overline{L}_2 – соответственно средний уровень звукового давления в i -й полосе частот в сечении горла и устья модели;

F_1 и F_2 – площади поперечного сечения горла и устья канала.

Постоянство затухания звука в канале при различных углах раствора подтверждают ранее полученные теоретические выводы. За единицу длины канала принимается величина калибра, который определяется по формуле:

$$d_э = \frac{4 F}{\Pi}, \quad (2)$$

где F – площадь проходного сечения;
 Π – периметр облицованной части.

Влияние перфорации на затухание звука производилось при коэффициентах перфорации $K = 0,055; 0,22$ и 1 . Диаметр отверстий перфорации был равен 4 мм.

Полученные таким образом осредненные частотные характеристики затухания на длине одного калибра при различных K даны на рисунке 2. Эти данные получены для толщины облицовки, равной 50 мм.

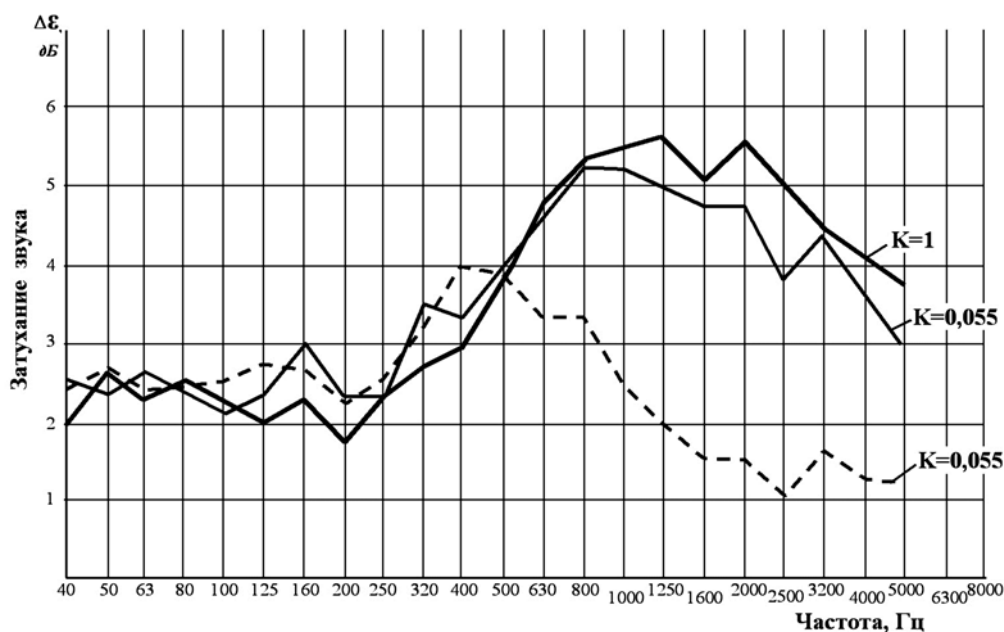


Рис. 2. Осредненная характеристика звука на длинах одного калибра при различных коэффициентах перфорации экрана K

При исследованиях менялась также плотность набивки звукопоглотителя. Однако изменения характеристик затухания не наблюдалось.

Затухание в канале практически не зависит от рода звука, на котором проводились испытания. Измерения на «белом» шуме и на чистых синусоидальных тонах дали один и тот же результат. Это говорит о том, что характеристика звукопоглощающего канала полностью определяет изменение величины и характера шума в том или ином помещении после его установки.

В результате исследований установлено, что затухание звука в облицованном канале переменного поперечного сечения не зависит от угла раствора и постоянно на единицы длины.

Коэффициент перфорации экрана поглотителя влияет на характеристику затухания звука в канале и при его увеличении сдвигает максимум затухания в высокочастотную область, увеличивая при этом абсолютную величину затухания (особенно в высокочастотной области спектра).

При коэффициенте перфорации больше 0,2 (диаметр отверстий перфорации – 4 мм) его изменение почти не влияет на частотную характеристику затухания в канале.

Исследовано влияние жалюзийной защиты облицовки на характеристики затухания звука в глушителе. Затухание звука в глушителе зависит от угла наклона жалюзи перед звукопоглощающей облицовкой. Однако это влияние при положительных углах незначительно.

Применение жалюзи с изменяющимся углом наклона для изменения характеристик затухания глушителей нецелесообразно. Для этой цели целесообразней использовать перфорированные экраны перед звукопоглощающим материалом.

Получен массив экспериментальных данных затухания звука в облицованных каналах на длине одного калибра, позволяющий проводить инженерные расчеты эффективности глушителей шума оборудования ЦБП.

Расчеты затухания звука в облицованных каналах, проведенные по полученным теоретическим зависимостям, удовлетворительно согласуются с результатами экспериментов.

Проведенные исследования позволяют дать качественную оценку влияния различных геометрических и конструктивных факторов на затухание звука в облицованных каналах переменного сечения.

Результаты этих исследований можно использовать, например, при проектировании и изготовлении такого оборудования, как рубильные машины и молотковые мельницы.

ПРОБЛЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИНЖИНИРИНГА В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ

PROBLEMS OF PROFESSIONAL EDUCATION AND ENGINEERING IN THE WOODWORKING

УДК 378

В.А. Калентьев¹, Л.Т. Раевская²

(V.A. Kalent'ev¹, L.T. Raevskaya²)

(¹УрИ ГПС МЧС России; ²УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

E-mail для связи с авторами: volf.vak@gmail.ru, smtm@usfeu.ru

АКТИВНАЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ОСНОВА ОБУЧЕНИЯ

ACTIVE COGNITIVE ACTIVITY OF AS A BASIS OF TRAINING

Настоящий доклад посвящен краткому обзору активных и интерактивных форм обучения при изучении технических дисциплин; новые технологии способствуют формированию необходимых компетенций у обучающихся.