

Произвели гидравлический расчет подающих теплопроводов с целью определения диаметров и потерь напора в системе, определили потери теплоты теплопроводами и полотенцесушителями системы горячего водоснабжения для нахождения циркуляционного расхода воды, а также определили диаметры циркуляционных теплопроводов, потерь давления в них и в циркуляционных кольцах[1]. Результаты расчетов посекционно закольцованной системы и системы с полотенцесушителями на циркуляционных стояках свели в таблицы 1, 2 и 3, 4 соответственно.

В результате получили, что посекционно закольцованная система по протяженности трубопроводов получилась менее материалоёмкой, чем система с полотенцесушителями на циркуляционных стояках. Но подсчитав общую стоимость трубопроводов [3] для всей системы, видим, что по этому показателю выгоднее применение системы с полотенцесушителями на циркуляционных стояках, т.к. её стоимость ниже. И это результаты без учета количества и стоимости всех фитингов и отводов, а также циркуляционных и повысительных насосов. Результаты подсчетов по стоимости трубопроводов свели в таблицы:

Посекционно закольцованная система ГВС			
Диаметр трубопровода, мм	Длина, м	Стоимость 1 пог.м, BYN	Стоимость, BYN
16	30,16	1,56	47,05
20	48,52	1,68	81,51
25	41,60	2,56	106,50
32	69,60	4,43	308,33
40	62,10	7,13	442,77
50	2,60	11,50	29,90

Всего: 1016,06 BYN,  $L_{\text{общ.}}=254,58$  м.

Система ГВС с полотенцесушителями на циркуляционных стояках			
Диаметр трубопровода, мм	Длина, м	Стоимость 1 пог.м, BYN	Стоимость, BYN
16	160,92	1,56	251,04
25	26,80	2,56	68,61
32	40,20	4,43	178,09
40	41,19	7,13	293,68
50	11,90	11,50	136,85

Всего: 928,27 BYN,  $L_{\text{общ.}}=281,01$  м.

*Список использованной литературы:*

1. Новосельцев В.Г., Новосельцева Д.В. Методические указания для курсового проектирования по дисциплине «Теплоснабжение» на тему «Горячее водоснабжение жилого дома». – Брест, 2016 – 40 с.
2. Новосельцев В.Г. Лекционный курс по теплоснабжению. – Брест, 2019.
3. [https://santeh24.by/catalog/truby\\_i\\_fitingi/truby\\_polipropilenovye/](https://santeh24.by/catalog/truby_i_fitingi/truby_polipropilenovye/)

**Лопачук С.А., Катаржнова В.А., Антонович Д.А.**

### **АКУСТИЧЕСКИЙ КОМФОРТ МЕХАНИЧЕСКОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ**

*Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-15. Научный руководитель: Ключева Е. В. м.т.н., ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции*

На сегодняшний день одной из мировых тенденций в экономике является применение энергосберегающих технологий. Повысить эффективность систем вентиляции и кондиционирования воздуха, улучшить их акустические и шумовые характеристики в том числе, позволяет применение новых воздухопроводов, в связи с

особенностями теплофизических характеристик материалов, применяемых для их изготовления. Текстильные воздуховоды предназначены для раздачи воздуха в системах центрального кондиционирования, вентиляции и холодоснабжения. Это специальные технологичные распределительные элементы системы для подачи и отвода воздуха.

Тканевые распределительные воздушные системы различаются материалом изготовления и могут быть нескольких видов:

- Воздухопроницаемая ткань (полиэфир).
- Ткань с микроперфорацией. Отверстия в ткани позволяют осуществлять наиболее равномерное распределение воздуха по помещениям при низких его скоростях. Способ распределения по таким воздуховодам дает возможность использовать их в непосредственной близости от зоны скопления людей.
- Перфорированный текстиль. Имеет большую «дальнобойность» благодаря чему такие изделия используются вдали от скопления людей.
- «Текстильное сопло». Использование такого материала в раздаче воздушного потока подходит для точечной подачи воздуха в рабочее пространство. Кроме того, его используют для создания воздушных завес.



Рисунок 1. Воздухораспределительная сеть из текстильных воздуховодов.

Способность текстильных воздуховодов пропускать воздух всей их поверхностью позволяет при устройстве большей протяженности не предпринимать ступенчатого уменьшения сечения для того, чтобы обеспечивать равномерность подачи воздушного потока.

Распределение воздуха осуществляется сквозь перфорированный материал, причем отверстия разного диаметра позволяют подавать воздух на различные расстояния с необходимыми скоростями. Так, микроперфорация обеспечивает равномерную раздачу, как правило, охлажденного воздуха при низких скоростях. Воздух при этом раздается по всей площади воздуховода, обеспечивая большую зону покрытия, а малая дальнобойность позволяет использовать данный вид воздухораспределения в непосредственной близости от рабочей зоны.

Особое место в обеспечении акустического комфорта занимают каркасные и бескаркасные гибкие воздуховоды. Основой эластичных бескаркасных воздуховодов является вспененный полиэтилен, на внешнюю и внутреннюю поверхности которого для прочности и герметичности нанесено алюминиевое покрытие. Этот материал для тепло-, звуко- и пароизоляции, фольгированный пенополиэтилен класса отражающей изоляции, получил название «Пенофол» (рис. 2). Этот комбинированный материал состоит из алюминиевой полированной фольги толщиной 20 микрон и основы из вспененного полиэтилена разной плотности, структуры и толщины (от 2 до 10 мм). Алюминиевая фольга отполирована до такой степени, что отражает тепло,

препятствует его выходу из помещения. Коэффициент отражения у нее не менее 97%. Можно сравнить эту фольгу с обычной строительной, у которой данный коэффициент 50-70%. Пенофол не поглощает влагу, не требует установки дополнительной пароизоляции, на его свойствах никак не сказывается температурный и влажностный режим помещений. Звукопоглощение пенофола не меньше 32 дБ, причем защищает он и от структурного, и от акустического шума. Выпускается пенофол в рулонах. Этот тонкий, легкий, гибкий материал очень удобно и просто монтировать.



Рисунок 2. Материал «Пенофол» для изготовления гибких воздуховодов.

Все перечисленные свойства делают пенофол уникальным материалом, позволяющим создать комплексную изоляцию жилого дома, бани или сауны, а также административных и промышленных зданий, складов, магазинов, холодильных камер. Для построения акустически комфортной вентиляционной сети важен детальный подход ко всем ее элементам. В малошумной системе вентиляции сеть воздуховодов должна быть «тихоходной» и иметь минимальное аэродинамическое сопротивление, поэтому для ее построения оправданно использовать воздуховоды с увеличенной площадью сечения, обтекаемые фасонные элементы и клапаны, воздух через которые движется с минимальной скоростью.

Чтобы шум от вентилятора не распространялся по воздуховодам, на путях у него должны быть установлены канальные шумоглушители. Их в обязательном порядке монтируют до и после вентилятора. Канальные шумоглушители необходимо устанавливать за каждым воздухозаборным и воздухораспределительным устройством. Так же хорошие результаты с точки зрения защиты комнат от шумов из вентиляционной сети дает покрытие внутренних поверхностей вентиляционных каналов защитной пленкой.

Возможная альтернатива — создание вентиляционной сети из гибких воздуховодов, представляющих собой конструкцию, изготавливаемую из фольги алюминиевого типа, которая соединяется посредством скрепления между собой нескольких слоев материала. При этом вся конструкция представляет собой округлую форму, изготавливаемую благодаря имеющемуся каркасу из стальной проволоки, свитой в виде спирали.

Чтобы осуществить монтаж гибких воздуховодов наилучшим образом на поворотах системы транспортировки воздуха, прибегают к использованию металлических оцинкованных «колен», которые имеют плавную жесткую конструкцию и создают наименьшее аэродинамическое сопротивление. Такой метод монтажа способствует повышению надежности скрепляемой конструкции, что позволяет не допустить образование изломов, особенно, что касается таких мест, как повороты. Примером гибких звукоизолированных воздуховодов-шумоглушителей

могут служить воздуховоды фирмы DEC (Нидерланды). Однако строить из них разветвленные вентиляционные сети зачастую нецелесообразно. Дело в том, что потери давления в них намного выше, чем в гладких воздуховодах из оцинкованной стали такого же сечения.

Для борьбы с шумом таких источников специалисты-акустики справедливо рекомендуют прямоугольные и трубчатые глушители, устанавливаемые при вводе воздуховодов в помещения. Вместе с тем, в последнее время находят применение в практике проектирования вентиляции жилых и общественных зданий гибкие каркасные и бескаркасные (эластичные) воздуховоды из синтетических материалов, обладающие достаточно высокими акустическими и аэродинамическими качествами.

Гибкие каркасные воздуховоды могут быть со звукопоглощающим слоем или без него. Воздуховоды со звукопоглощением представляют собой трехслойную конструкцию. Их внутренний и внешний слои состоят из синтетического материала с алюминиевой фольгой, а средний слой — из супертонкого минерального волокна, например, из базальтового, с толщиной слоя 25 мм. Для механической прочности средний слой монтируется на каркасе из металлической спирали. При транспортировке воздуховоды сжаты по продольной оси, а при монтаже в месте установки — растянуты на необходимую длину (в пределах длины наружного и внутреннего покрытия). Внутренний слой воздуховодов может иметь перфорацию. Размер отверстий составляет десятые доли миллиметра, шаг 10—20 мм. Необходимую герметичность воздуховодов обеспечивает наружное покрытие. Каркасные воздуховоды без звукопоглощения имеют только один наружный слой.

Аэроакустические испытания таких воздуховодов проводились на универсальном стенде НИИ Строительной физики стандартными методами.

По результатам испытаний можно отметить следующее:

1. Гибкие каркасные воздуховоды со звукопоглощением при длине 3 м обладают значительными акустическими качествами в широком диапазоне частот (рис. 3). Во всех воздуховодах максимальная величина снижения уровня шума 28–35 дБ достигается только в одной октавной полосе со среднегеометрической частотой 2 000 Гц. Снижение в диапазонах низких частот составляет 3—12 дБ, а в диапазоне высоких 10—20 дБ. На средних частотах эффективность гибких воздуховодов мало зависит от типа и составляет 25—30 дБ. Исключение составляет акустическая характеристика воздуховода типа SonoConnect с провалом на частоте 1 000 Гц.

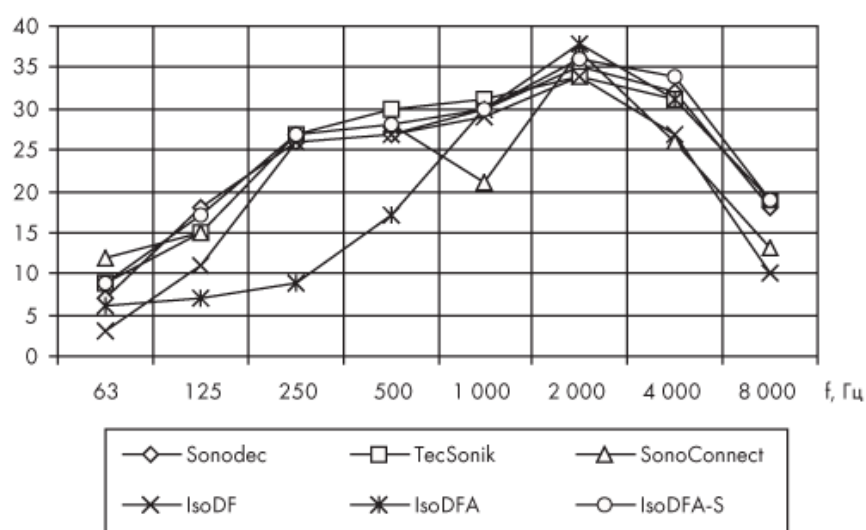


Рисунок 3. Уровень шума гибких каркасных воздуховодов со звукопоглощением различных типов.

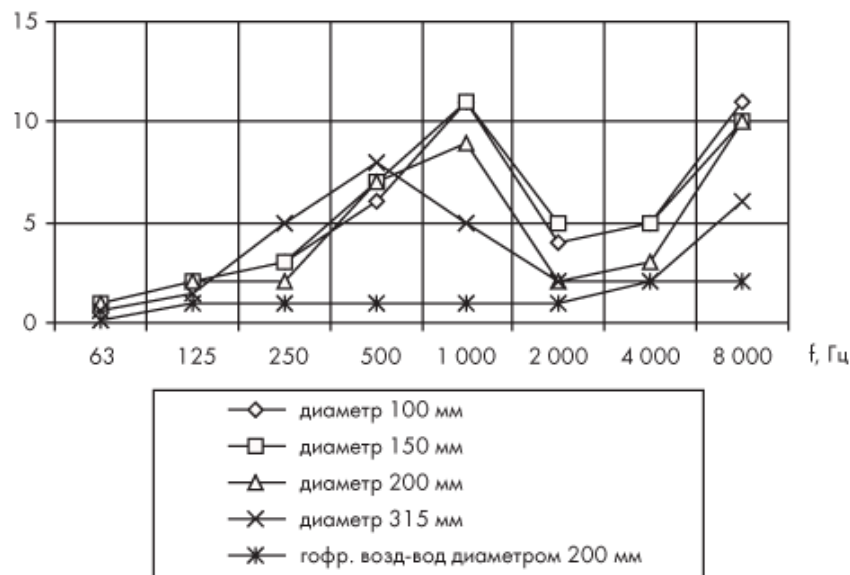


Рисунок 4. Уровень шума гибких бескаркасных воздуховодов различных типов.

2. Акустическая эффективность гибких бескаркасных воздуховодов выше, чем у алюминиевого гофрированного воздуховода, но значительно ниже, чем у каркасных воздуховодов (рис. 4). При этом максимум величины снижения шума перемещается в октавную полосу со среднегеометрической частотой 1 000 Гц, на ее частотной характеристике появляется провал в диапазоне высоких частот. Увеличение диаметра воздуховода влияет мало, а увеличение толщины стенки воздуховода с 8 до 16 мм приводит к снижению акустической эффективности (рис.5).

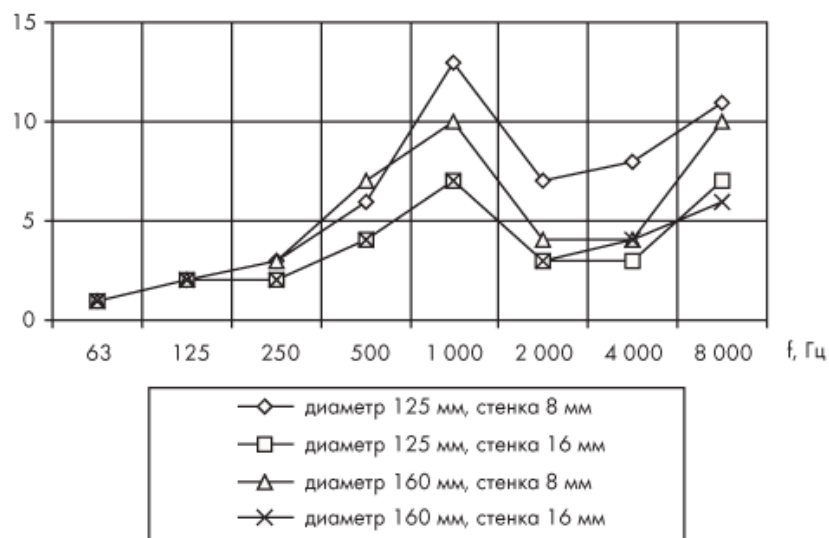


Рисунок 5. Зависимость акустической эффективности гибких воздуховодов при различных их параметрах.

Таким образом, гибкие каркасные воздуховоды со звукопоглощающей облицовкой обладают значительными акустическими качествами и могут быть использованы на конечных участках вентиляционных сетей для снижения шума дросселей и другой регулирующей поток арматуры. Ограничением для их использования является высокое гидравлическое сопротивление (из-за повышенной шероховатости) и, соответственно, высокая генерация аэродинамического шума (по сравнению с металлическими воздуховодами). Поэтому в тихих помещениях (с допустимыми уровнями звука менее 35 дБА) они могут использоваться при скорости потока не более 5 м/с. Также акустические качества гибких бескаркасных

воздуховодов (из «Пенофола») существенно ниже, чем у каркасных. Однако они обладают невысокой шероховатостью, а потери давления и генерируемый в них шум ниже даже при более высоких скоростях потока. Кроме этого, «Пенофол» — материал, который легко поддается механической обработке, хорошо режется и склеивается. Из него можно изготавливать не только протяженные прямые участки и плавные повороты, но и различные фасонные элементы: тройники, крестовины, прямоугольные повороты.

*Список использованных источников:*

1. Акустические и аэродинамические характеристики гибких воздуховодов [электронный ресурс] / режим доступа: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=2327](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2327). – дата доступа: 11.03.2020г.
2. Акустический комфорт: как сделать механическую вентиляцию малозумной [электронный ресурс] / режим доступа: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=6307](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6307). – дата доступа: 11.03.2020г.
3. Утеплитель пенофол: общие и технические характеристики, применение для теплоизоляции [электронный ресурс] / режим доступа: <https://dearhouse.ru/uteplenie/uteplitel-penofol-xarakteristiki/>. – дата доступа: 11.03.2020г.
4. Сальникова С.Р. текстильные воздуховоды – ресурсосберегающая технология в вентиляции // Материалы научного семинара, посвящённого 80-летию д.т.н. профессора В.С. Северянина, Брест, БрГТУ, 21 марта 2017 года / Под ред. В.С.Северянина, В.Г.Новосельцева – Брест: УО «БрГТУ», 2017. – 155 с.
5. Текстильные воздуховоды и распределение воздушных потоков [электронный ресурс] / режим доступа: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=2327](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2327). – дата доступа: 11.03.2020г.

**Ковальчук А.В.**

## **ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ВРЕДНЫХ ВЫДЕЛЕНИЙ В ГРАЖДАНСКИХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ**

*Брестский государственный технический университет, студент факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна группы ТВ-14. Научный руководитель: Янчилин П.Ф. м.т.н., ст. преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции*

При рабочем процессе на самочувствие человека и его производительность труда влияют вредные выделения (в технической литературе часто называемые «вредности»). Каждый вид вредного выделения имеет свой источник и негативно воздействует на конкретный орган организма человека или на систему тканей человеческого организма. Ниже приводится краткая характеристика вредных выделений, наиболее часто встречающихся в помещении.

**Конвективное тепло** передаётся воздуху помещения людьми, нагретыми поверхностями технологического оборудования, расплавленным металлом и т.п., вызывая повышение температуры в рабочей зоне помещения выше нормируемой, что приводит к возрастанию нагрузки на сердечно-сосудистую систему.