

УДК 504.05

**ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗАО
«КРЕМЕНЧУГСКАЯ КОНДИТЕРСКАЯ ФАБРИКА»**

Полищук В.С., к.т.н., доц.

Кременчугский государственный политехнический университет

имени Михаила Остроградского

39614, г. Кременчуг, ул. Первомайская, 20

E-mail: nich@polytech.poltava.ua

Полищук Д.В., к.т.н., доц., Котенко Е.О.

Кременчугский университет экономики, информационных технологий и управления

39600, г. Кременчуг, ул. Пролетарская, 24/37

E-mail: ient@ient.net

Показано результаты дослідження джерел шуму ЗАТ «Кременчуцька кондитерська фабрика» та результати робіт зі зменшення шумового забруднення селітебних, прилеглих до фабрики територій.

Ключові слова: осьовий вентилятор, відцентровий вентилятор, рівень шуму, глушник, шумозахисний екран.

The results of research of sources of noise of joint-stock company are presented in the article “Kremenchug’s pastry factory” and results of works on diminishing of noise contamination of selitebnikh territories which adjoin to the factory.

Keywords: axial ventilator, centrifugal ventilator, level of noise, muffler, sound-suppressing screen.

Введение. Одной из важнейших проблем экологической безопасности в городах стала борьба с шумом. Это связано с непрерывным ростом количества и мощности различных транспортных средств, интенсификацией производственных процессов и требует снижения шума как на территории предприятий, так и в прилегающих к ним и автомагистральных селітебных зонах.

Воздействие шума на человеческий организм очень разнообразно и до конца еще не изучено. Шум приводит к потере слуха еще в молодом возрасте [1, 2]. Передаваясь по волокнам слуховых нервов, раздражение воздействует на центральную и вегетативную нервную системы, вызывая ряд изменений (повышение артериального давления, сужение капилляров и др.) уже при уровне 40-50 дБ [3]. Кроме этого, шум поражает сердечно-сосудистую и иммунную системы, вызывая изменения пульса, электрокардиограммы, уровня холестерина, иммунного статуса организма [3, 4].

Высокий уровень шума в селітебной зоне способствует возникновению ряда заболеваний: гипертонии, диабета, неврозов, гастрита, язвенной болезни желудка [3].

Вредное влияние шума большого города превышает вред от курения [5]. Шум усиливает действие транспортных газов в 2,5-3 раза [6].

Кроме энергетических характеристик имеет значение и информационное воздействие шума на человеческий организм. Вода, озвученная современным роком, кристаллизуется при замораживании в виде рваных осколков, чего не наблюдается при озвучивании воды музыкой Моцарта, народных песен [7].

В городах приоритетным источником шума является автомобильный, авиационный и рельсовый транспорт [8]. Однако можно привести много примеров, когда предприятия, первоначально находившиеся за пределами города, вследствие роста города, оказались в окружении жилых зданий. В таких случаях жилая застройка обычно велась без учета необходимости создания санитарно-защитных зон. Оборудование таких предприятий может создавать значительный шум, который, накладываясь на шум автомагистралей, может создавать значительный уровень экологической опасности. Всего в г. Кременчуг предприятия разных уровней занимают площадь 2368 га, из них 2000 га – непосредственно в пределах города. Примером такого предприятия в Кременчуге является ЗАО «Кременчугская кондитерская фабрика» (ЗАО ККФ), находящаяся в центре города между улицами Октябрьская и Цурюпы. Источниками шума здесь являются преимущественно центробежные и осевые вентиляторы, установленные в стенах цехов, на крышах, а также оборудование технологических линий цеха № 2, наиболее близко расположенного к жилым зданиям улицы Цурюпы.

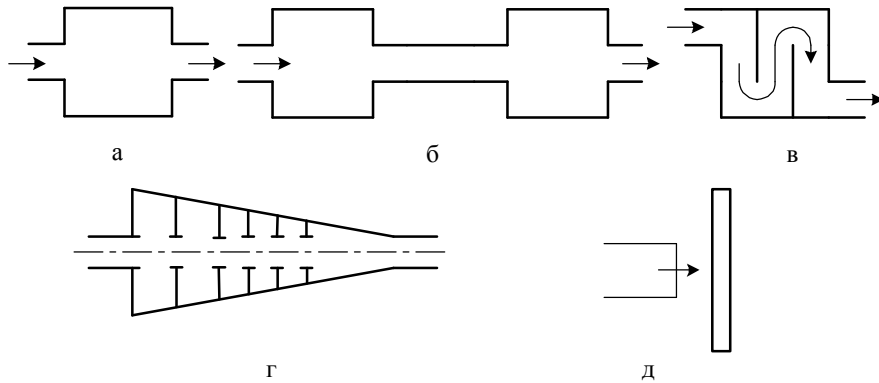
Анализ предыдущих исследований. Глушению шума осевых и центробежных вентиляторов посвящено довольно много работ [1, 9]. Прежде всего отметим, что современные центробежные вентиляторы по создаваемой ими разности полных давлений делятся на вентиляторы низкого (до 100 кг/м²), среднего (до 300 кг/м²) и высокого (до 1500 кг/м²) давлений.

Осевые вентиляторы применяются в системах

вентиляции при суммарных потерях полного давления до 35 кг/м^2 . Шум центробежных вентиляторов состоит из механической и аэродинамической составляющей, из которых приоритетной является аэродинамическая составляющая, в значительной степени зависящая от линейной скорости лопаток вентиляторов. Обычно рекомендуется поддерживать линейную скорость лопаток на уровне 15-20 м/с.

Максимальная линейная скорость колес осевых вентиляторов значительно выше (до 60 м/с), поэтому осевые вентиляторы создают большие уровни шума, чем центробежные.

Для глушения шума центробежных вентиляторов применяются камерные, пластинчатые, резонансные глушители, а для осевых – экранные (рис. 1).



а, б – камерные глушители, в – лабиринтный глушитель, г – резонансный глушитель, д – экранный глушитель
Рисунок 1 – Схемы глушителей вентиляторов

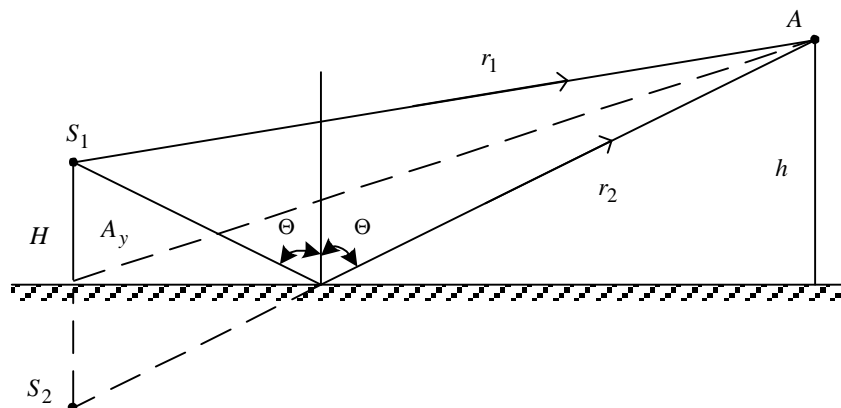
Недостатком глушителей является их громоздкость, пропускание (зачастую) прямого звука, большая масса и аэродинамическое сопротивление.

Цель работы. Исследовать источники шума ЗАО «ККФ» и разработать комплекс мероприятий по снижению шумового загрязнения окружающей территории.

Материалы и результаты исследований. Исследование источников шума ЗАО «ККФ» показало, что таких источников более 50, наличие которых объясняется технологией производства кондитерских изделий, включающей варку карамельной массы с последующим ее охлаждением. Повышенная температура воздуха в цехах, необходимость охлаждения воздуха и карамельной массы требует установки большого числа осевых и центробежных вентиляторов. В некоторых случаях источниками шума являются отверстия (окна) в стенах здания, через которые производится забор или выброс воздуха.

На ЗАО «ККФ» еще до начала настоящей работы было внедрено ряд мероприятий по снижению шумового загрязнения селитебной зоны по ул. Октябрьской. Однако, этого оказалось недостаточно. Возникла необходимость защиты от шума жилые здания по ул. Цурюпы.

Исследования показали, что основные источники (вентиляторы), создающие шумовое загрязнение, находятся на крышах котельной и цеха № 2 и могут рассматриваться как точечные. При этом уровень шума от этих источников может изменяться. Если источник S_1 находится на высоте H над плоской поверхностью с коэффициентом поглощения a , то в точку наблюдения A приходит не только прямой, но и отраженный звуки, которые накладываются, что приводит (при одинаковом уровне) к увеличению суммарного уровня на 3 дБ (рис. 2).



A_y – акустический центр

Рисунок 2 – Влияние поверхности на уровень звука

Подобные явления наблюдаются и в том случае, когда источник звука находится у вертикальной стены, т.е. твердые тела, имея малые коэффициенты поглощения, являются для звука зеркалами.

Кроме этого, уровень звука в исследуемом месте может зависеть от погодных условий, ибо ветер может изменять положение фронта звуковой волны (рис. 3).

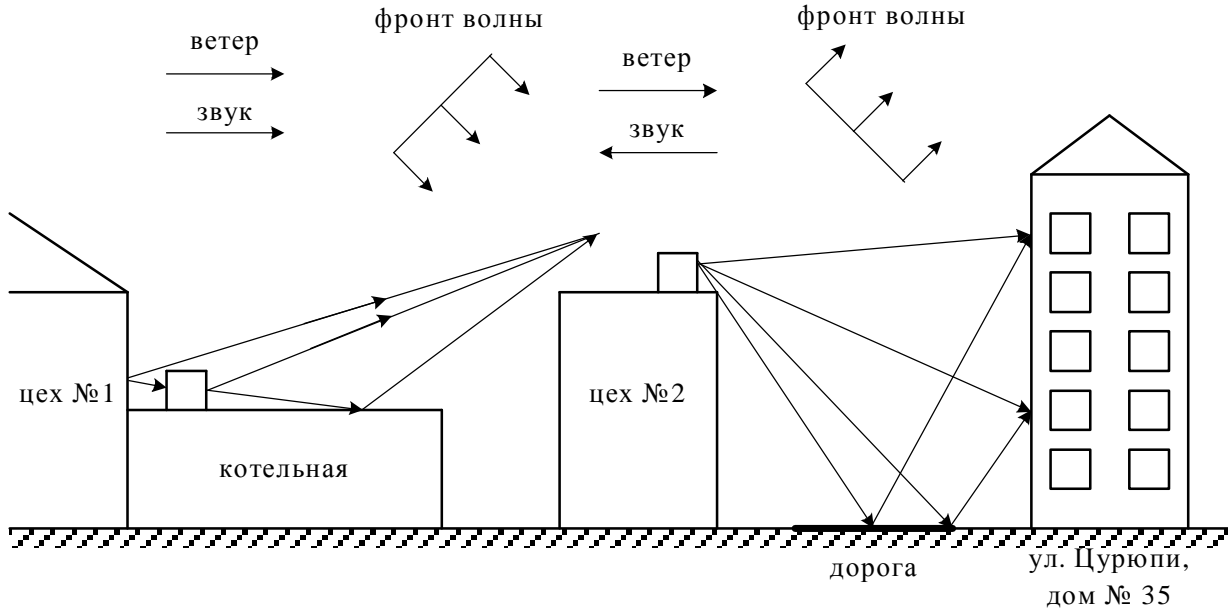


Рисунок 3 – Возможный ход звуковой волны от источников шума на крыше котельной и цеха № 2

Из рис. 3 видно, что при направлении ветра в сторону ул. Цурюпы фронт звуковой волны направлен в сторону жилого здания.

Измерения уровня шума проводились работниками санитарно-эпидемиологической станции (СЭС) г. Кременчуг в одной из квартир пятиэтажного дома №35 по ул. Цурюпы. Как известно, эквивалентный уровень шума в квартирах не должен превышать днем 40 дБ, а ночью – 30 дБ [10].

Перед началом наших работ многократные измерения уровня шума в квартире в ночное время показывали 45 дБ.

Жилой дом № 35 расположен на противоположной стороне улицы Цурюпы, напротив цеха № 2. Наиболее мощные источники шума цеха – осевые вентиляторы холодильных установок («Чиллеров») установлены на крыше трехэтажного здания цеха – 9 штук. Учитывая, что полный напор осевого вентилятора всего 35 кг/м², он очень чувствителен к перегрузкам. Их шум можно уменьшать лишь с помощью экранов, что и было сделано. Экраны были выполнены в виде жесткой конструкции, а один (с целью уменьшения ветровой нагрузки, которая в случае бури может достигать 25 кг/м²) – в виде ряда отклоняющихся пластин [11]. Это дало возможность уменьшить шум осевых вентиляторов на 15-20 дБ.

Для уменьшения шума центробежных вентиляторов рассмотренные ранее конструкции глушителей оказались непригодными из-за своей громоздкости, большой парусности, что при размещении на крыше здания создает значительные ветровые нагрузки.

Нами разработана и изготовлена новая конст-

рукция глушителя в виде перевернутого стакана (рис. 4, а). Другая модификация глушителя выполнена в виде футерованного войлоком поворота (рис. 4, б).

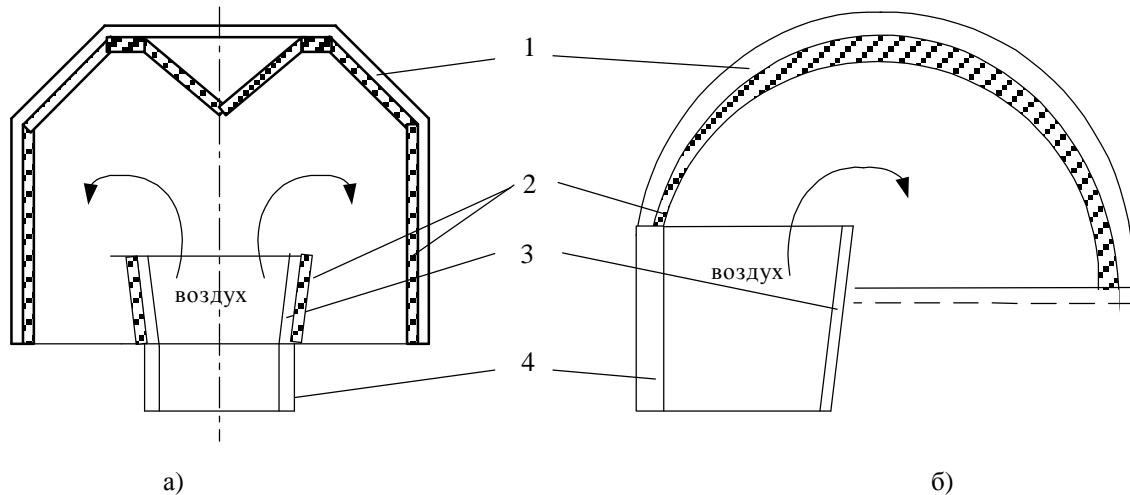
Глушители изготовлены из дерева толщиной 30 мм, что позволило избавиться от изгибных колебаний, возникающих обычно в металле. Достигнуто снижение шума на 15-17 дБ.

Всего было изготовлено 5 глушителей для центробежных вентиляторов № 2, № 5, № 6.

Эффективность глушителей еще можно повысить за счет увеличения толщины корпуса (например, до 40 мм) путем установки на выходе воздуха из глушителя сетки с гранулами инертного материала. Для предотвращения проникновения шума с территории ЗАО «ККФ» на ул. Цурюпы была произведена звукоизоляция двух ворот, для чего использован материал типа «сэндвич», состоящий из двух металлических листов, разделенных волокнистым материалом.

Источниками шума на ЗАО «ККФ» в нескольких случаях являются отверстия в стене (окна) на высоте третьего этажа, через которые производится забор-выброс воздуха. Путем изменения направления движения воздуха на 90° удалось снизить уровень шума таких источников на 8 дБ.

Технологические линии цеха № 2 создают внутри помещения шум с уровнем до 90 дБ. Для защиты от него в цехе установлены металлопластиковые окна, снижающие уровень шума на 20 дБ. Однако этого оказалось недостаточно, ибо шум от плоскостных источников затухает в атмосфере значительно слабее, чем шум от точечных источников.



а) глушитель в виде перевернутого стакана; б) глушитель, выполненный в виде футерованного войлоком поворота. 1 – корпус глушителя; 2 – войлок; 3 – диффузор; 4 – выходной патрубок вентилятора
Рисунок 4 – Схема глушителей шума центробежных вентиляторов

Это является следствием того, что шум плоскостного источника является результатом наложения шума от единичных плоскостей. Уровень шума плоскостного источника рассчитывают через акустическую мощность, т.е.

$$L = 10 \lg \frac{P}{P_0} = 10 \lg \frac{I \cdot S}{I_0 \cdot S_0}, \quad (1)$$

где L - уровень шума источника, дБ;

I, P - соответственно интенсивность, акустическая мощность исследуемого источника, Вт/м², Вт;

I_0, P_0 - соответственно интенсивность, акустическая мощность звука на пороге слышимости;

S, S_0 - соответственно площадь исследуемого источника и единичная площадь, м².

$$S_0 = 1 \text{ м}^2.$$

$$\text{Тогда } L = 10 \lg \frac{I \cdot S}{I_0 \cdot S_0} = 10 \lg \frac{I}{I_0} + 10 \lg \frac{S}{S_0}.$$

Если площадь источника $S = 2 \text{ м}^2$, то

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0} + 10 \lg 2 = 10 \lg \frac{I}{I_0} + 3$$

$$\text{При } S = 10 \text{ м}^2, \quad L = 10 \lg \frac{I}{I_0} + 10.$$

Таким образом, плоскостной источник шума, например, окно, уровень шума у которого равен 60 дБ при площади 2 м², необходимо рассматривать в расчетах как точечный источник с уровнем шума 63 дБ, а при площади 10 м² – 70 дБ. Практика указывает на

значительную трудность подавления шума плоскостных источников.

По этой причине звукоизоляция некоторых окон была улучшена с помощью прозрачного пластика на 5-6 дБ. Измерения уровня шума работниками СЭС г. Кременчуг после проведенных работ показали, что создаваемый вентиляторами ЗАО «ККФ» уровень шума в точке измерения (квартира дома №35 по ул. Цюрюпы) сравнялся с уровнем городского фона в этом микрорайоне (формируемого преимущественно автомобилями) и достиг 33-34 дБ. Измерения показывают, что уровень шума, создаваемый автотранспортном в точке измерения (при отключенных вентиляторах ЗАО «ККФ»), также равен 33-34 дБ. Вследствие наложения общий уровень шума возрастает.

Уровни шума складываются логарифмически, т.е.

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0} n = 10 \lg \frac{I}{I_0} + 10 \lg n, \quad (2)$$

где n число источников шума (остальные обозначения те же, что и в формуле 1).

Если таких независимых источников два (вентиляторы предприятия и автомобили города), то при равенстве создаваемых ими уровней множитель

$$10 \lg \frac{I}{I_0} = 34 \text{ дБ},$$

а суммарный уровень шума

$$L = 34 + 10 \lg 2 = 34 + 3 = 37 \text{ дБ}.$$

Дальнейшее улучшение шумовой обстановки в этом районе следует вести совместно с мероприятиями по снижению шума автомагистралей.

В табл. 1 приведены данные замеров уровня шума основных источников до и после проведения шумозащитных работ.

Таблица 1 – Данные замеров уровней шума

№ п/п	Источник шума, № в перечне	Уровень шума до проведения работ, дБ	Уровень шума после проведения работ, дБ	За счет чего осуществляется снижение уровня шума
1	Центробежный вентилятор, № 36	85	60	Глушитель
2	Центробежный вентилятор, № 30	87	80	— // —
3	Центробежный вентилятор, № 31	92	85	— // —
4	Центробежный вентилятор, № 24	97	83	— // —
5	Центробежный вентилятор, № 23	89	75	— // —
6	Центробежный вентилятор, № 27	85	-	Перенос в помещение
7	Центробежный вентилятор, № 49	85	-	Перенос в помещение
8	Центробежный вентилятор, № 40А	85	-	Удален из цеха №2
9	Блок центробежных вентиляторов среднего напряжения	90	82	Изменение направления выбросов воздуха
10	Блок из осевых вентиляторов, № 38	85	68	Экран
11	Блок из 2-х осевых вентиляторов Чиллера, № 40	82	60	Экран
12	Блок из 2-х осевых вентиляторов Чиллера (окно 3 этажа) № 32, 33	80	72	Поворот направления выбросов воздуха
13	Труба выбросов воздуха Чиллера (крыша цеха № 2)	80	72	Экран
14	Три осевые вентиляторы Чиллеров, № 42, 43, 44	81	70	Экран
15	Ворота № 1	65	52	Стена типа “сэндвич”
16	Ворота № 2	70	56	Стена типа “сэндвич”
17	4 окна отделения цеха № 2	65	60	Экран из пластика термобарьера

Выводы. Исследованы источники шума ЗАО «ККФ», создающие значительное, превышающее санитарные нормы, шумовое загрязнение жилой зоны по улице Цурюпы г. Кременчуг. Разработана новая конструкция глушителя аэродинамического шума центробежных вентиляторов, выгодно отличающихся от известных конструкций компактностью и эффективностью. Разработана новая конструкция шумозащитного экрана для осевых вентиляторов, уменьшающая ветровую нагрузку. Комплекс проведенных мероприятий позволил повысить уровень экологической безопасности ЗАО «ККФ» и довести уровень шума, создаваемого оборудованием, до уровня шумового фона города в этом районе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борьба с шумом на производстве: Справочник / Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Б. Я. Юдина. – М.: Машиностроение, 1985. – 393 с.
2. Зарубин Г.П., Никитин Д.П., Новиков Ю.В. Окружающая среда и здоровье. – М.: Знание, 1977. – 210 с.
3. Шандала М.Г., Звиняцковский Я.И. Окружающая среда и здоровье населения. – Киев: Здоровье, 1998. – С. 152.
4. Винарская Е.И. Иммунный статус детского населения, проживающего в крупном промышленном городе Украины // Сборник научных статей НИИ общей и коммунальной гигиены им.

- А.Н.Марзеева. Вып. 1. – К., 1995. – С. 202-203.
5. Кучерявий В.П. Урбоекологія. Т. 1. – Львів.: Світ, 1999. – 359 с.
6. Штеренгарц Т.Я. Гигиена труда и профзаболевания. – 1984. - № 5. – С. 40-42.
7. Тихоплав В.Ю., Тихоплав Т.С. Гармония хаоса. – Санкт-Петербург: ИД. “Весь”, 2003. – 340 с.
8. Дідковський В.С., Акименко В.Я., Запорожець О.І., Савін В.Г., Токарев В.І. Основи акустичної екології. – Кіровоград.: Поліграфічно-видавничий центр ТОВ “Імекс ЛТД”, 2001. – 520 с.
9. Юдин Е.Я. Исследования шума вентиляционных установок и методов борьбы с ними // Труды центрального аэрогидродинамического института им. проф. Н.Е.Жуковского. Вып. 713. – М.: Оборонгиз, 1958. – 227 с.
10. Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданиях и на территориях жилой застройки. МОЗ СССР. – М.: Приняты 1.08.84. - 1984. – 10 с.
11. Шмандий В.М., Полищук В.С., Полищук Д.В. Шумозащитный экран, обеспечивающий снижение ветровой нагрузки // Вісник КДПУ. - Вип 6/2005 (15), ч. 2. - 2005. – С. 23-25.

Статья поступила 21.01.2008.
Рекомендовано к печати к.т.н., доц.
Бахаревым В.С.