

УДК 628.517.2

**ПУТИ СНИЖЕНИЯ ШУМА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО  
ПРОИЗВОДСТВУ ЖБИ И ПРИЛЕГАЮЩИХ К НИМ ТЕРРИТОРИЯХ****соискатель И. Н. Паращенко, к.т.н., доц. Ю. В. Богданов,  
к.т.н, проф. В. В. Сафонов**

**Постановка проблемы.** дия по праву являются основными не только для ученых, но и всех людей планеты. Жизнь и здоровье людей всегда были и остаются в центре внимания мировой науки.

Среди множества факторов природного и технического происхождения, действующих на человека в процессе его жизнедеятельности, является шум. Вредному воздействию шума мы подвергаемся практически постоянно и повсеместно – на производстве, в быту и даже на отдыхе. Вредное влияние шума на организм человека давно доказано наукой, общепризнано и проявляется в широком диапазоне воздействий – от субъективных раздражений до объективных патологических изменений в органах слуха, центральной нервной и сердечно-сосудистой системах. Шум утомляет, снижает внимание, уровень творческой деятельности, производительность и качество труда, нанося существенный социально-экономический ущерб, может явиться причиной стресса. «Когда-нибудь – писал Р.Кох – человечество будет вынуждено бороться с шумом, как сегодня борется с чумой и холерой».

**Анализ публикаций.** Основой для успешной борьбы с шумом является изучение законов его распространения, образования звуковых зон, прогнозирования тех или иных особенностей шумообразования в заданных условиях. Итогом такой работы является карта шума [1,2,3 и др.]. Сегодня достаточно полно изучены законы распространения звука на свободных территориях и территориях застройки населенных мест. Существуют методики расчета звуковых полей и прогнозирования шумового режима автомобильного, рельсового, авиационного, водного транспорта, внутри квартальных источников, промышленных и коммунальных предприятий, объектов строительства [4,5,6,7 и др.]. По этим методикам строятся карты шума, на основании которых разрабатывают проекты шумозащиты.

Одной из особенностей, характеризующей современный этап развития населенных мест в Украине, является резкое увеличение объемов строительства, реконструкции и ремонта зданий и сооружений. Это обстоятельство определяет повышенный спрос на строительные материалы и изделия, а следовательно на увеличение их добычи и переработки. Производство строительных материалов представляет собой сложные многоэтапные технологические процессы, которые сопровождаются вредными производственными факторами, негативно влияющими на здоровье и работоспособность.

Это послужило автору причиной выбора отрасли производства для исследований, а предприятия по производству ЖБИ и К как раз являются одними из наиболее неблагоприятных в части нарушения требований санитарных норм на рабочих местах среди предприятий строительной индустрии.

**Целью статьи является:**

---

- выявить основные источники шума формовочного производства при уплотнении бетонной смеси на предприятиях по производству ЖБИ и К;  
- разработать комплекс мероприятий по снижению шума на рабочих местах формовщиков и на прилегающих к предприятиям городских территориях.

**Основной материал.** Анализ трудов ученых Украины, ближнего и дальнего зарубежья, а также проведенные нами исследования санитарно-гигиенических условий труда на рабочих местах (более 70) на ряде предприятий строительной индустрии, занятых изготовлением сборных железобетонных изделий Днепропетровской и Полтавской областей показали, что для большинства основных технологических процессов на этих предприятиях характерны следующие вредные производственные факторы:

- отклонения от оптимальных параметров микроклимата
- недостаточная или избыточная освещенности – лк;
- повышенные уровни звука – дБА;
- повышенные уровни вибрации – дБ;
- запыленность - мг/м<sup>3</sup>;
- загазованность – мг/м<sup>3</sup>;
- тепловые излучения – Вт/м<sup>2</sup>.

Для определения числовых значений исследуемых параметров нами были проведены натурные исследования. Основные результаты, полученные в процессе измерений и анализа представлены на гистограмме ( рис.1).

Анализ проведенных исследований показал, что преобладающим вредным фактором на рабочих местах предприятий по производству ЖБИ является шум (рис.1), параметры интенсивности звуковой энергии которого на рабочих местах превышают требования санитарных норм более чем на 100 % .

Основными источниками шума на заводах ЖБИ являются виброплощадки, шум которых превышает требования санитарных норм до 30 дБА и более. Виброплощадка представляет собой механический агрегат, состоящий из приводов, вибраторов, соединительных валов, подвижной рамы, формы с бетонной смесью и механизмов ее крепления. По характеру колебаний наибольшее распространение получили виброплощадки с вертикально направленными и горизонтально направленными колебаниями.

Для того, чтобы определить акустические характеристики в точке пространства (территории) расчетным путем, например для построения карты шума (шумовой зоны) или разработки проекта шумозащиты территории или объекта, необходимо подробно проследить весь путь движения звука от источника до расчетной точки, определив при этом все потери звуковой энергии (на рассеивание, поглощение в атмосфере, поглощение в преградах, при экранировании, дифракции, на поворотах, в местах искусственного снижения за счет устройства технических и организационных мероприятий и т.д.

Рассматривая этот процесс применительно к заводам по производству ЖБИ и прилегающим к ним территориям (объектам защиты) авторы видят в «цепочке», состоящей из следующих звеньев: шумящий агрегат – рабочее место – звуковая зона внутри производственного помещения – каналы выхода звуковой энергии из помещения в окружающую среду (проемы) - весь остальной путь до объекта защиты.

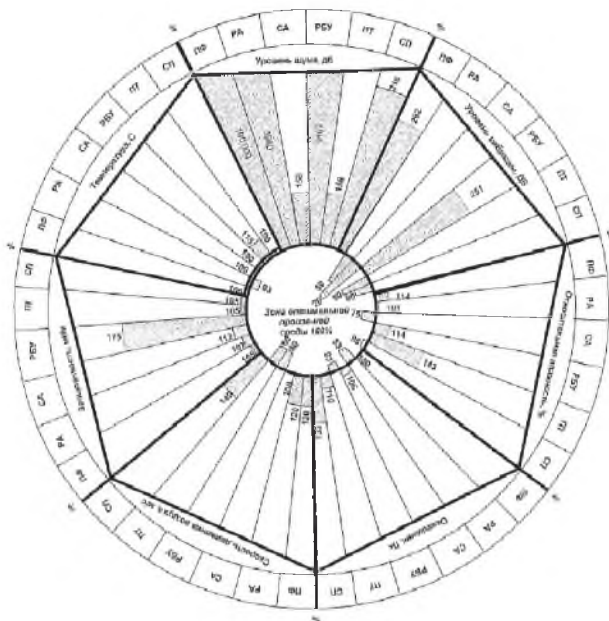


Рис.1. Характеристики основных вредных производственных факторов на рабочих местах предприятий по производству железобетонных изделий и конструкций: ПФ – пост формовки; РА – пост резки (рубки) арматуры; СА – пост сварки арматуры; РБУ – растворобетонный узел; ПТ – пост термообработки; СП – склад готовой продукции)

При выборе строительно-акустических мероприятий, в основном, предлагается звукопоглощение звуковой энергии, значительная эффективность которой была отмечена авторами [8,9] и доказана в [10].

После проведения ряда запланированных технических мероприятий звуковая энергия теряется в источнике (при выходе из приемка виброагрегата). Это потери за счет погружения виброагрегата в приемок так, чтобы вся его система приводных механизмов находилась ниже уровня пола помещения цеха, а поверхность виброагрегата совпадала (оптимальное решение) с горизонтом уровня пола (Рис.2)

Виброплощадки с вертикально направленными колебаниями, в зависимости от технологических требований, устанавливают на различных отметках по отношению к уровню пола цеха: на уровне пола; на уровне пола в звукоизолирующем кожухе; в приемке, с уровнем верхней части виброплощадки в уровне пола; в приемке, с уровнем верхней части несколько выше уровня пола. Основными источниками шума работающей виброплощадки с вертикально

направленными колебаниями (получившими наибольшее распространение) при жестком технически исправном креплении форм являются:

- колебания формы 1 с бетоном на частоте вибрирования (рис.2);
- изгибные колебания металлических конструкций подвижной рамы 2 и формы;
- изгибные колебания корпусов вибраторов 3 под действием соударений в подшипниках качения;
- пульсация и завихрения воздуха, связанные с вращением дебалансов и карданных валов 4;
- привод площадки (электродвигатель и синхронизатор).

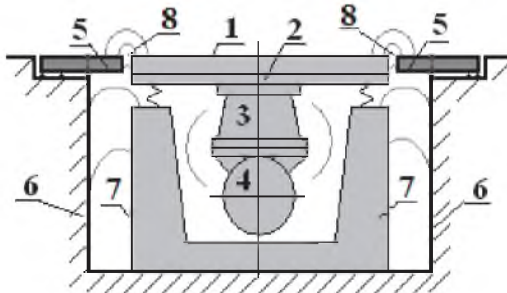


Рис.2. Схема размещения виброагрегата в приялке.

Энергопотери звука на пути от источника до объекта защиты можно увеличить на следующих этапах:

- если источник шума по технологическим причинам нельзя изолировать от окружающей среды, то источники (2 - 4) можно поместить в звукоизолирующий кожух или в приямок (рис.2).

Проведенные исследования затухания и направленности распространения прямой звуковой волны в зоне оператора формовочного агрегата, выходящей из образованной вертикальными плоскостями бетонных стен приямка (6) и металлическими поверхностями виброагрегата (7) акустический зазор (8), показали, что значительного снижения шума можно достичь за счет установки экранного глушителя (5). Экранный глушитель, частично перекрывающий на технологически возможную величину акустический зазор (8), позволяет снизить высокочастотные составляющие шума, выходящего из приямка, на величину до 20 дБ(А);

Внутренние поверхности приямка облицовывают высокоэффективными звукопоглощающими рулонными материалами типа «Бизон», «Медуза», мастикой звукопоглощающей «Демпфшторм» [11, 12, 13], «Демпфшторм - 2», прошедшими лабораторные испытания и показавшими достаточно высокие акустические и прочностные качества. Кроме того, зазоры между виброагрегатом и приячком прикрывают специальными звукоизолирующими щитками (Рис.2) [14] (также облицованными звукопоглощающими материалами), которые образуют глушитель-лабиринт типа «птичий клюв», прошедший апробацию в [15] и показавший достаточно высокую шумозащитную эффективность.

Согласно натурным исследованиям, внедрение комплекса таких мероприятий позволит снизить уровень звука, «выходящего» из приемка на 12 – 15 дБ(А).

В пространстве производственного помещения (за счет облицовки внутренних поверхностей ограждающих конструкций звукопоглощающими рулонными материалами типа «Бизон», «Медуза», мастикой звукопоглощающей «Демпфшторм», «Демпфшторм – 2»). Использование вышеперечисленных материалов значительно повышает и звукоизоляционные свойства наружных ограждающих производственное помещение конструкций. При выходе из помещения в окружающую среду через проемы (окна, фонари) также имеют место значительные энергопотери за счет установки на них глушителей-лабиринтов типа «птичий клюв», прошедших положительную апробацию. Остатки звуковой энергии «добираются» до объекта защиты, минуя естественные и ситуационные преграды градостроительного характера (экраны, выемки, насыпи, элементы природного рельефа, зеленые насаждения, архитектурно-строительные мероприятия, вспомогательную застройку, наконец потери при прохождении оконных переплетов специальной шумозащитной конструкции (в случае шумозащиты зданий). Сумму звуковых энергопотерь можно выразить формулой (1)

$$\dot{L}_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m \mathbf{A}_i \mathbf{E}_i + \sum_j^n \mathbf{B}_j \mathbf{E}_j, \text{ дБ(А)} \quad (1)$$

где  $\mathbf{A}_i$  –  $i$ -тое звукопонижающее мероприятие технического или организационного характера;

$\mathbf{E}_i$  – акустическая эффективность  $i$ -того мероприятия, дБ(А);

$m$  – число звукопонижающих мероприятий технического или организационного характера;

$\mathbf{B}_j$  –  $j$ -тое звукопонижающее мероприятие естественного происхождения или ситуационного характера;

$\mathbf{E}_j$  – акустическая эффективность  $j$ -того мероприятия, дБ(А);

$n$  – число звукопонижающих мероприятий естественного или ситуационного характера.

На Рис.3 Представлена схема потерь звуковой энергии на различных этапах движения от источника шума до объекта защиты.

Предприятия строй индустрии, в частности предприятия по производству ЖБИ, согласно санитарных норм [16,17], относятся к III классу опасности. Однако, класс опасности был определен без учета фактора внешнего шума [18]. Уровни звука и звукового давления на границах таких предприятий составляют порядка 75 – 80 дБ(А), а при наличии открытых полигонов все 85 – 90 дБ(А). Такая акустическая активность отнесла бы данные объекты к I – II классам опасности, поскольку создает зоны акустического дискомфорта на прилегающих территориях размером в несколько квадратных километров. Применение комплекса вышеперечисленных мероприятий позволит уменьшить эти зоны в несколько раз.

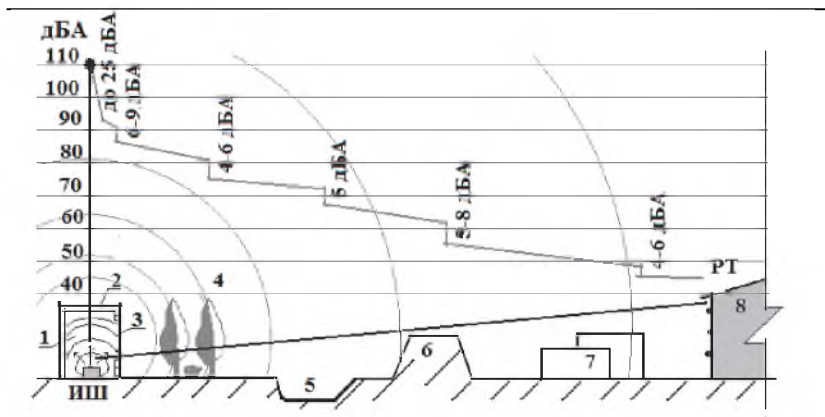


Рис.3 Схема потерь звуковой энергии на различных этапах движения от источника шума до объекта защиты ИШ – источник шума (вибраагрегат); РТ – расчетная точка; 1 – здание формовочного цеха; 2 – звукопоглощающая облицовка; 3 – оконный проем; 4 – зеленые насаждения; 5 – выемка; 6 – насыпь; 7 – нежилая вспомогательная малоэтажная застройка; 8 – объект защиты

Выводы:

-шум является превалирующим среди вредных производственных факторов формовочного производства на предприятиях по производству ЖБИ и К;

-в условиях производства наиболее эффективным методом снижения шума виброагрегатов является использование звукопоглощающих облицовок и экранирование;

-применение комплекса рекомендованных в статье шумозащитных мероприятий позволит снизить уровни звука на объектах защиты на величину до 20-30 дБ(А) и уменьшить зоны акустического дискомфорта предприятий по производству ЖБИ и К в несколько раз.

### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Градостроительные меры борьбы с шумом / Г. Л. Осипом, Б. Г. Прутков, И.А. Шипкин, И. Л. Карагодина. – М., 1975. – 216с.
2. Е. П. Самойлок. Борьба с шумом в градостроительстве. – К., 1975. – 125с.
3. Борьба с шумом в населенных местах. Е. П Самойлок., В. И. Денисенко, А. П. Пилипенко А.П. – К., 1981. – 144с.
4. Борьба с шумом и вибрацией в строительстве и на предприятиях строительной индустрии. Е. П Самойлок., В. В. Сафонов. – К.,1979. – 153с.
5. Захаров Ю.И., Богданов Ю.В. Графо-аналитический способ построения карт шумленности городских территорий от точечных источников //Борьба с шумом и вибрацией в городах. Всесоюзная конференция . - Днепропетровск, 1982. – С.110-112.

6. Богданов Ю.В.,Самойлюк Е.П.,Реутенко Л.И. Расчет внешних звуковых полей промышленных объектов в градостроительном проектировании //Всесоюзн. конф. «Акустическая экология – 90». – Л.,1990. – С.27 – 29.
7. Богданов Ю.В.,Прохватило О.И. Математическое моделирование звуковых полей объемных источников. ПДАБ та А. Вісник академії. – Дніпропетровськ, 2008. - №11(130). – С.28-31.
8. Z. Maekawa. «Noise Reduction by Screens» Appl. Acoust. 1 (1968) 157 – 173/
9. Снижение шума в зданиях и жилых районах / [Осипов Г.Л., Юдин Е.Я., Хьюбнер Г. И др. ] : под ред. Г.Л. Осипова, Е.Я. Юдина. – М.: Стойиздат, 1987. – 558 с.
10. Богданов Ю.В., Сафонов В.В., Паращиенко И.Н. Некоторые теоретические предпосылки оптимизации шумового режима в замкнутом пространстве. Строительство, материаловедение, машиностроение. Сборник научных трудов. Выпуск 62. – Днепропетровск, 2011. – С. 90-93. Серия «Безопасность жизнедеятельности».
11. Листи полімерні віброшумопоглинальні „Бізон, Медуза”. Технічні умови ТУ 25.2-26125644-004:2007. Інститут спеціальних систем і технологій ІМіС. – К, 2007.
12. Інструкція №3 по технології нанесення листових полімерних віброшумопоглинальних матеріалів „Бізон, Медуза” на корпусні елементи транспортних машин та енергетичного і технологічного обладнання. Інститут спеціальних систем і технологій ІМіС. – К, 2007.
13. Мастика полімерна звукопоглинальна „Демпфіштурм”. Патент на корисну модель №43174 СО4В 14/00 Заявл. 12.02.2009. Опубл. 10.08.2009. Бюл. №15 от 10.08.2009. Биковській А. І.
14. Спосіб зниження шуму вібраційних агрегатів для ущільнення бетонних сумішей. Патент на корисну модель №69109 Е04В 1/82, 1/74. Заявл. 15.08.2011. Опубл. 25.04.2012. Бюл. №8 от 25.04.2012./ Богданов Ю. В., Сафонов В. В., Паращиенко И. Н.
15. Исследование шумового режима на территории, прилегающей к помещению вентилятора ВУПД-2,8 и разработка мероприятий по снижению шума в помещениях жилых домов на пр. им. Кирова г. Ленинская-Кузнецкого / Ю. В. Богданов Ю. В., Самойлюк Е. П., Реутенко Л. И.– К.: НТГМ «Ритм», 1990.
16. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. ДСП 173-96. – 1996. – 38 с.
17. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. 17.ДСП 2.2.1-2004. – 2004. – 30 с.
18. Богданов Ю. В. Защита производственной и жилой среды от шума предприятий ЖБИ при планировке промышленных и промышленно-жилых районов. Дисс. на соиск. уч. степ. к. т. н. – Д., ДИСИ, 1996. – 125 с.