

DOI.org/10.5281/zenodo.1196711
УДК 697.921.23

А.С. Плотников

ПЛОТНИКОВ АРТЁМ СЕРГЕЕВИЧ – аспирант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Строительного института, e-mail: plotnikovas@tyuiu.ru
Тюменский индустриальный университет
Володарского ул., 38, Тюмень, 625000

Снижение вибрационных нагрузок при эксплуатации крышных котельных

Аннотация: Представлены данные практических замеров, теоретических расчетов и итоги внедрения метода устройства нескольких контуров плавающих полов при эксплуатации крышных газовых котельных мощностью $N=1,0$ МВт и более на монолитно-каркасных зданиях. Отличительная черта монолитно-каркасного домостроения – создание ядра жесткости в виде лестнично-лифтового узла. Основная несущая способность каркаса обеспечивается совместной работой металлической арматуры (металл) и сделанных из бетона элементов. Используемые материалы хорошо воспринимают внешние воздействия шума и вибрации, которые с минимальными потерями передаются по всему «телу» материала, а затем – другим строительным конструкциям. Для снижения негативного воздействия по периметру котельной часто применяют плавающий пол (по названию метода). При наблюдении за действующими крышными котельными с плавающим полом были выполнены замеры шума и вибрации для поиска способов их снижения на источнике теплоснабжения. На основе полученных значений и расчетов представлены данные об авторском внедрении нескольких контуров плавающего пола под оборудованием котельной. Автор статьи существующий метод дополняет выделением отдельного контура под котельными установками. Результат эксперимента по выбранному методу: предоставление большего количества степеней свободы технологическому оборудованию для вибрационных колебаний внутри котельной с последующим снижением негативных воздействий на строительные конструкции; минимизация точек передачи вибрации; отсутствие необходимости расчета положения крышной газовой котельной относительно лестнично-лифтового узла; повышение комфорта проживания. Представленные выводы применимы для последующего моделирования структуры передачи шума и вибрации на конструкции, для защиты конструкций комбинированием ранее изученных и доработанных методов по приведению нагрузок в нормативное состояние.

Ключевые слова: шум, передача вибрации, плавающие полы, автономные источники теплоснабжения, оборудование котельной, градостроительство.

Введение

Развитие городов России обуславливает высокий уровень урбанизации, увеличение плотности застройки, следовательно, рост стоимости земли. Для застройщиков две большие группы объектов – плоскостные сооружения и инженерные системы – не обладают рыночной привлекательностью, но они, тем не менее, жизненно необходимы из-за климатических особенностей нашей страны [7, 9]. В частности, это относится к строительству систем теплоснабжения при освоении территорий.

© Плотников А.С., 2018

О статье: поступила: 09.01.2018; финансирование: бюджет Тюменского индустриального университета, Тюмень.

Обеспечение потребителей теплом без уменьшения площади застройки жилых и административных зданий приводит к увеличению автономных источников теплоснабжения – крышных газовых котельных. Вопросами борьбы с шумом и вибрацией от автономных источников теплоснабжения и инженерного оборудования в целом занимаются крупные научные центры НИИСФ РААСН, НИИ МЭИ и другие. Такие авторы, как В.П. Гусев [5], В.Б. Тупов [9], И.Л. Шубин [2] и другие, рассматривали метод устройства плавающих полов с одним контуром под инженерным оборудованием с последующей оценкой влияния факторов шума и вибрации на окружающую среду. По нашему мнению, уточнение метода предусматривает группирование инженерного оборудования по уровням негативного воздействия и расстановкой на разные контуры плавающего пола.

Цель статьи – уменьшение показателей шума и вибрации в автономных источниках теплоснабжения как на стадии проекта, так и на эксплуатируемых объектах.

Описание проблемы

Качество строительно-монтажных работ в градостроительстве оценивается по множеству факторов. Такие факторы, как шум и вибрация в жилых помещениях [6], свидетельствуют о несогласованности выбора инженерных систем и материалов в отношении шумопоглощения и вибропоглощения, вследствие чего строительные конструкции воспринимают шум и вибрацию с последующей передачей негативного воздействия в жилые помещения. В результате жители этих домов будут испытывать дискомфорт.

Источники вибрации и шума оборудования – вращающиеся механизмы, пульсации потока в элементах воздушных каналов и жидкости в трубах. При наличии жестких связей эти источники возбуждают вибрацию соединенных с ними конструкций. Так, под воздействием вибрации возбуждаются колебания перекрытия, которые затем передаются на другие строительные конструкции. Кроме того, при жестком соединении вибрационно активного оборудования неизбежно распространение структурного шума на соединительные трубы и воздухопроводы, а по ним – на строительные конструкции.

Один из существующих методов, снижающих негативное воздействие, – система «плавающий пол», т.е. устройство плавающего пола на упругом основании по периметру котельной [5] (рис 1).

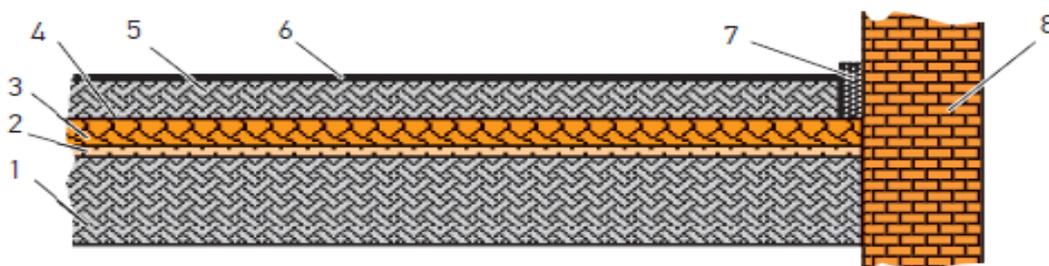


Рис. 1. Плавающий пол на упругом основании:

- 1 – плита перекрытия; 2 – цементно-песчаная стяжка; 3 – упругий слой; 4 – гидроизоляция по фанере;
5 – армированная стяжка; 6 – чистый пол; 7 – разделительный шов с уплотнителем;
8 – конструкция здания [5].

Эффект от установки конструкции такого пола достигается при отсутствии точек жесткого соприкосновения между плитой перекрытия 1 и полом 5 или 6 (рис. 1), тем самым увеличивая количество степеней свободы вибрации за счет увеличения точек виброгашения, снижения пятна жесткого контакта со строительными конструкциями и снижения структурного шума.

Двухконтурное расположение оборудования на плавающих полах

При обследовании и наблюдении по существующим методикам [3, 4] за строительными конструкциями эксплуатируемых крышных котельных и оборудованием нами выявлена особенность в разном уровне вибрационной и звуковой нагрузки оборудования, находящегося в одном

пространстве, и выдвинута идея группирования близких по акустическим нагрузкам источников шума и вибрации [1, 2] (рис. 2). Неравномерность таких нагрузок необходимо нивелировать для уменьшения негативного воздействия на жителей дома [9].

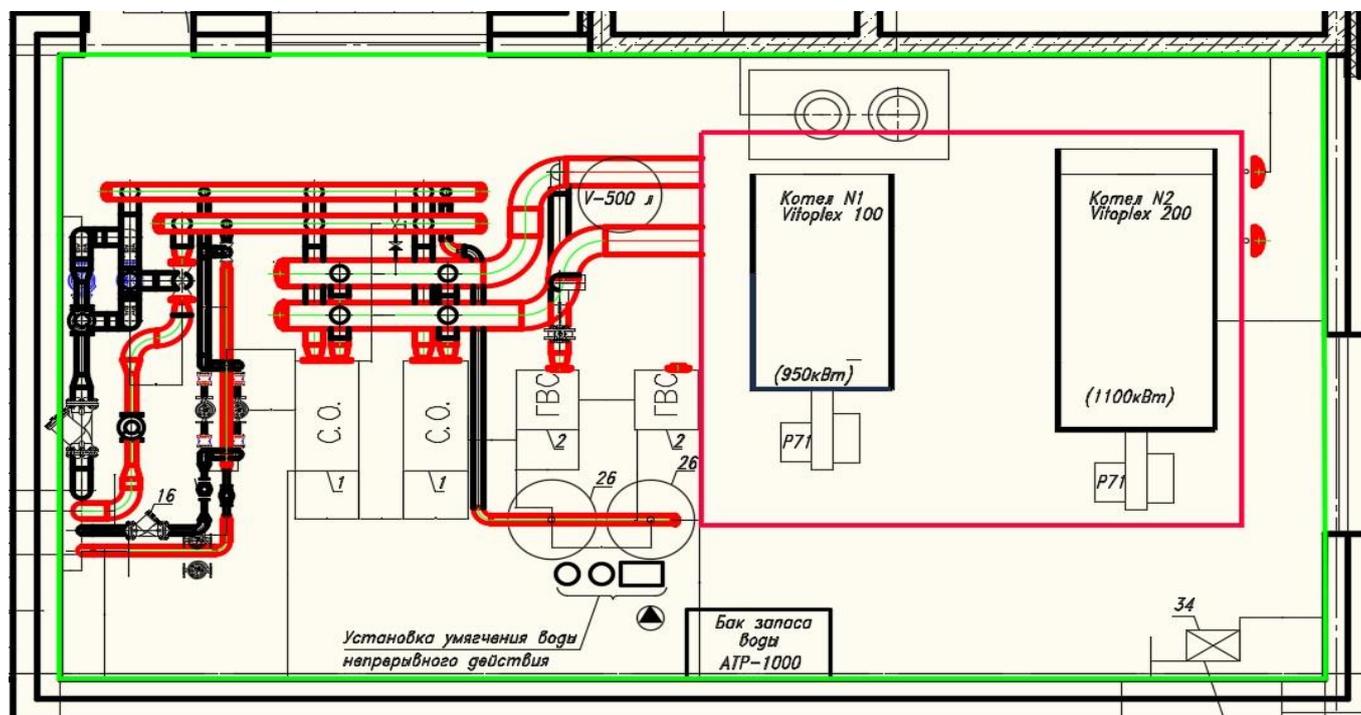


Рис. 2. Контуры плавающих полов котельной. Зонирование котельной: зона 1 – плавающий пол под котлами (красный контур); зона 2 – плавающий пол под остальным оборудованием (зеленый контур). Рисунок автора

На рис. 2 показано группирование близких по акустическим нагрузкам источников шума и вибрации: в красном контуре – насосных установок систем теплоснабжения, отопления и водоснабжения; в зеленом контуре – котельных установок с горелочными устройствами.

Точки соприкосновения контуров между границами зон представляют собой сдвоенные уплотнительные швы [4, 6] (рис. 3).

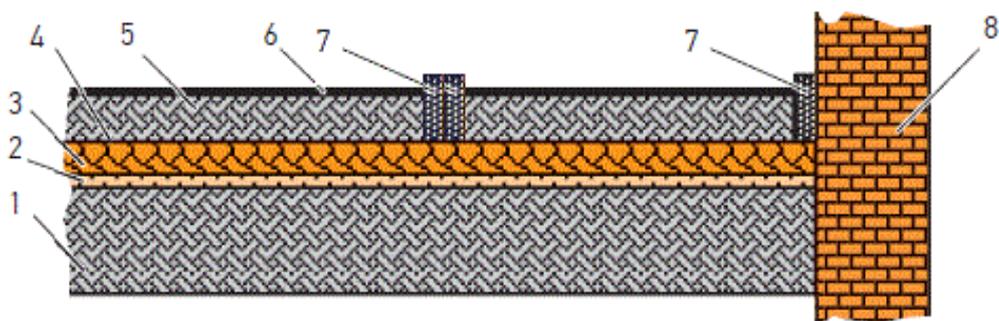


Рис. 3. Точка соприкосновения контуров плавающего пола: 1 – плита перекрытия; 2 – цементно-песчаная стяжка; 3 – упругий слой; 4 – гидроизоляция по фанере; 5 – железобетонная плита (армированная стяжка); 6 – чистый пол; 7 – разделительный шов с уплотнителем; 8 – конструкция здания. Рисунок автора.

По результатам замеров характеристик шума и вибрации крышных котельных с одним и двумя контурами плавающего пола нами составлена таблица.

Характеристика шума и вибрации с зонированием

1 контур плавающих полов		
Значения локальной вибрации в котельной в эквивалентных и скорректированных значениях, ДБ	115	102
Значения эквивалентного звука, дБА	87	
2 контура плавающих полов		
Зона 1		
Значения локальной вибрации в котельной в эквивалентных и скорректированных значениях, ДБ	97	87
Значения эквивалентного звука, дБА	78	
Зона 2		
Значения локальной вибрации в котельной в эквивалентных и скорректированных значениях, ДБ	101	89
Значения эквивалентного звука, дБА	73	
Нормативный показатель [8]	80	

Экономический эффект

По нашим подсчетам, экономический эффект от увеличения количества капитальных вложений в строительные конструкции при выборе 1 и 2 зонного метода устройства плавающих полов на упругом основании можно представить следующим образом: см. рис. 4.

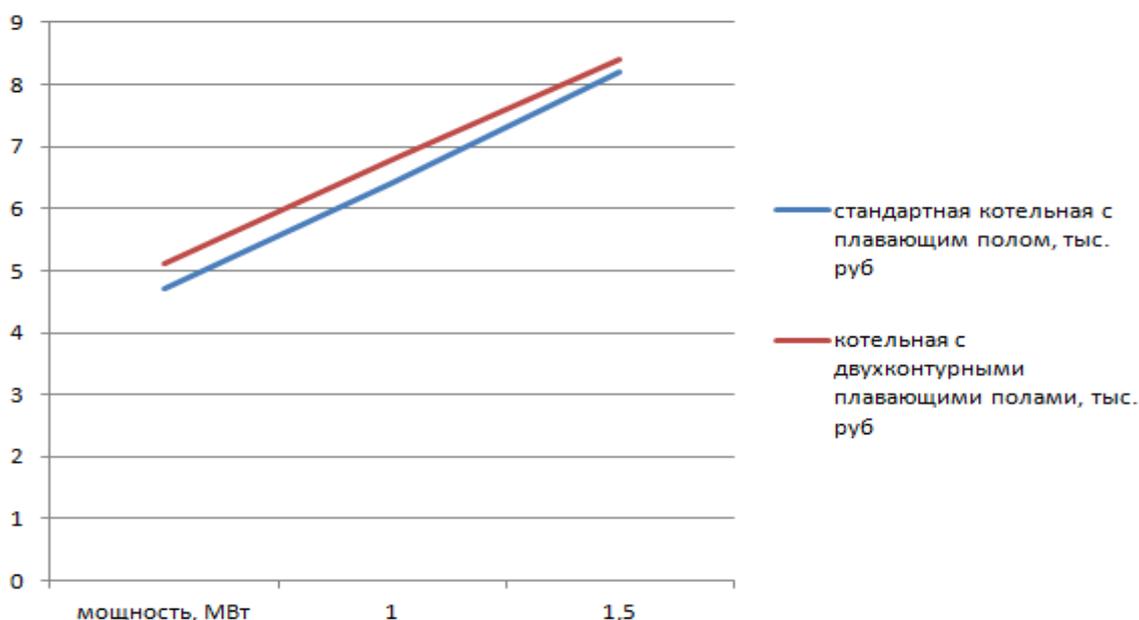


Рис. 4. График уровня капитальных вложений. Рисунок автора.

Выводы

По результатам расчета, натурных замеров и анализа компоновки строительных конструкций можно сделать следующие выводы:

- разделение источников шума и вибрации по уровням нагрузки целесообразно осуществлять по группам;
- снижение вибрационной нагрузки увеличивает стоимость капитальных затрат на сооружение котельной в пределах 10%;
- появляется возможность установки более мощного оборудования;
- снижение шума находится в пределах 13–15%;

- полученный эффект от внедрения метода устройства нескольких контуров плавающего пола в котельной привел к общему снижению звуковой нагрузки в здании. Средние зафиксированные показатели шума снизились на 9–16 дБА и попали в нормативные показатели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонов А.И., Бацунова А.В., Шубин И.Л. Расчет нестационарных звуковых полей помещений при зеркально-диффузной модели отражения звука от ограждений // Вестник Томского гос. архитектурно-строительного ун-та. 2015. № 6(53). С. 71–78.
2. Антонов А.И., Бацунова А.В., Шубин И.Л. Условия, определяющие процессы формирования шумового режима в замкнутых объемах, и их учет при оценке распределения звуковой энергии в помещениях // Приволжский науч. журн. 2015. № 3. С. 89–97.
3. ГОСТ 23337-2014. Шум. Методы измерения в жилых помещениях.
4. ГОСТ Р EN 12354-5-2012. Акустика зданий. Методы акустических характеристик зданий по характеристикам их элементов. Ч. 5. Шум инженерного оборудования.
5. Гусев В.П. Из опыта борьбы с шумом оборудования инженерных систем // АВОК. 2012. № 3. С. 64–76.
6. Кирюшина Н.К., Степанов В.Н. Оценка шумового загрязнения жилой застройки Москвы от внешних источников // Доклады V Всерос. науч.-практ. конф. СПб.: Айсинг, 2015. С. 25–33.
7. Свод правил 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* от 01.01.2013 № 131.13330.2012. М.: Минстрой России, 2015.
8. Свод правил 51.13330.2011. Защита от шума.
9. Тупов В.Б. Снижение шума от объектов большой и малой энергетики // Доклады V Всерос. науч.-практ. конф. СПб.: Айсинг, 2015. С. 55–64.

[THIS ARTICLE IN ENGLISH SEE NEXT PAGE](#)

DOI.org/10.5281/zenodo.1196711

Plotnikov A.

ARTYOM PLOTNIKOV, Postgraduate, Department of Heat Ventilation and Air Condition, e-mail: plotnikovas@tyuiu.ru
Industrial University of Tyumen
 38 Volodarskogo St., Tyumen, Russia, 625000

Reduction of vibrations in the operation of roof boiler houses

Abstract: The article presents practical measurements, theoretical calculations and the results of the introduction of the “floating floor” method in the operation of roof boiler houses with a capacity of $N=1.0$ MW and more mounted on monolithically structured buildings. A distinctive feature of the latter is the rigid core, which is the stair and lift unit. Metal fittings and concrete elements provide the load-bearing capacity of the framework. External noises and vibrations easily affect the materials and, with a minimal loss, they effect the entire body of the materials and then the other parts of the construction. To reduce that negative impact, they provide the perimeter of the boiler house with the “floating floor” (as the appropriate method.) The author complements the existing method by way of creating a separate contour under the boiler plants. The results of the experiment basing on the chosen method: the technological equipment having a greater degree of flexibility when the interior of the boiler house is affected by vibration with a consequent reduction of its negative impact on the building construction; the minimisation of the points of the transmission of vibration; loss of the need to calculate the position of the boiler house in relation to the stair and lift unit; the improvement of the comfort of living conditions. The results of the work may be used when modelling the impact of noises and vibrations on constructions as well as the protection of constructions by combining pre-existing methods with the developed ones.

Key words: noise, vibration transmission, floating floor, independent sources of heat supply, boiler plant equipment, town planning.

REFERENCES

1. Antonov A.I., Batsunova A.V., Shubin I.L. Calculation of non-stationary sound fields of premises under a mirror-diffuse model of sound reflection from enclosures. *Bulletin of TGASU*. 2015;6:71–78.
2. Antonov A.I., Batsunova A.V., Shubin I.L. Conditions determining the processes of noise regime formation in closed volumes, and their accounting for the evaluation of sound energy distribution in premises. *Privolzhsky Scientific Journal*. 2015;3:89–97.
3. GOST 23337-2014. NOISE. Measurement methods in a residential area.
4. GOST R EN 12354-5-2012. Acoustics of buildings. Methods of acoustic characteristics of buildings according to the characteristics of their elements. Part 5. The noise of engineering equipment.
5. Gusev V.P. From experience of struggle against noise of the equipment of engineering systems. *AEHVAC*. 2012;3:64–76.
6. Kiryushina N.K., Stepanov V.N. Assessment of noise pollution of residential buildings in Moscow from external sources. Reports of the V All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation. SPb., Ising, 2015, p. 25–33.
7. Code of Regulations “Construction climatology”. Updated version of SNiP 23-01-99* dated 01.01.2013 N 131.13330.2012. Official publication. M., Ministry of Construction of Russia, 2015.
8. Code of Regulations 51.13330.2011. Protection from noise.
9. Tupov V.B. Reduction of noise from objects of large and small power. Reports of the V All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation. SPB: Aising, 2015. p. 55–64.