

Спектрално-честотни рискове от шум в производството

Николай Ковачев

***Spectral-frequency noise risks in manufacture:** The paper presents the results of noise measurements in CASE 2388 combine harvester during the harvest. The measurements show the dynamics of the sound pressure level as a function of time in different octave bands. Emission and immission studies were made. Some comparisons with levels for each octave band indicate the number of exceedings and time limit exceeded the permissible levels. These parameters are used to evaluate the spectral noise risks.*

***Key words:** noise emissions and immissions; octave band; sound pressure level; number and time of exceedings; spectral noise risks*

ВЪВЕДЕНИЕ

Цел на настоящата работа е да се създаде и апробира метод за оценка на спектрално честотните рискове на шума в производството. За целта се решават следните задачи:

- създаване на методика за изследване на спектралните характеристики на шума в отделните октави;
- създаване на методика за анализ и експериментално изследване на шума при работа на роторен зърнокомбайн CASE 2388 по време на жътва;
- анализ на получените резултати и оценка на спектралните рискове;

ИЗЛОЖЕНИЕ

В изпълнение на първата задача е приложен виртуален инструмент за изследване на шума, посочен в [6]. Той е в основата на индискретен метод за измерване на шума, базиран на аналогов шумомер SL 401 и софтуерна платформа Labview 8.5 на National Instruments.

Методиката включва определяне на точките за емисионните и имисионните изследвания. По изложената в [5] процедура се стартира програмата и се въвеждат параметрите на виртуалния инструмент. Провеждат се по 100 опита на измерване в три точки. Във всеки опит се правят еднакъв брой измервания $n_s = 20000$. Измерванията се провеждат при честота на дискретизация – $f_s = 15 \text{ kHz}$;

Времето на измерване на всеки отделен запис се определя чрез отношението:

$$t = \frac{n_s}{f_s}, \text{ където } n_s - \text{брой на измерените стойности на шума.}$$

При постоянен брой стойности за всяко измерване, честотата на дискретизация определя продължителността на записваните значения - $t = 1,33 \text{ s}$. Избира се стандартно разположение и брой на измервателните точки.

При анализ на резултатите от измерванията се установява силно изразено влияние на точките на измерване. Поради това се правят предварителни измервания и се определя мястото на поставяне на микрофона.

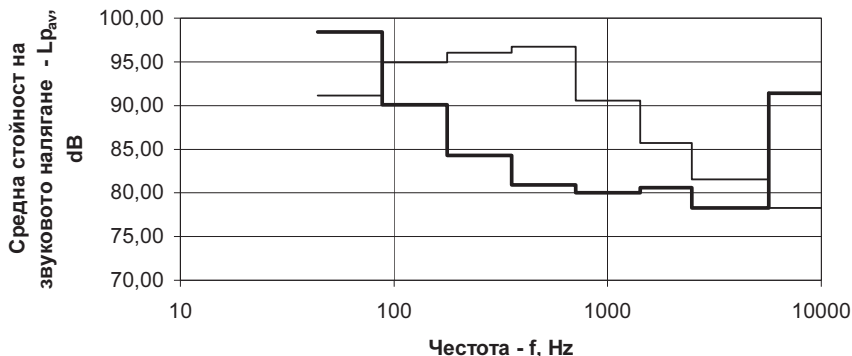
При провеждане на емисионни измервания и определяне на шумовите характеристики на машините, се използват нивата на звуковото налягане на шума в отделните октавни честотни ленти. Установяват се на разстояние 1 m от контура на машината. Проведени са измервания, основаващи се стандарти БДС EN ISO 11201:1995 [2], БДС EN ISO 11204:1995+AC 1997 [3].

Имисионните характеристики са определени на базата на стандарт БДС ISO 1999:2004 [4].

Експерименталните изследвания са проведени в кабината на водача на роторен зърнокомбайн Case 2388 и извън машината. Приложена е горепосочената методика, като шумомерът е поставен на статив.

Изследваният роторен зърнокомбайн Case 2388 е със следните параметри: номинална мощност - 285 k.c.; максимална мощност - 225 k.c.; обем на приемния бункер - 7,4 m³; максимална скорост на разтоварване - 0,1 m³/s; обем на резервоара за гориво - 681 l.

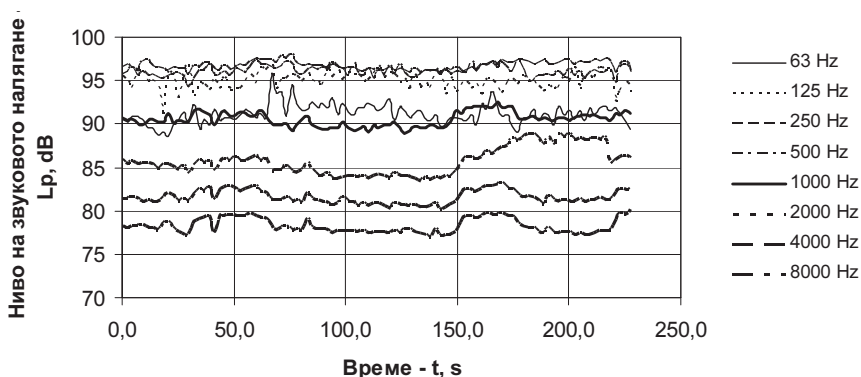
Избрана е една точка на измерване в кабината на машината на височина 0,8 m от нивото на седалката и 0,1 m встрани от главата на оператора.



Фиг. 1 Октавен честотен спектър на нивата на звуковото налягане при измерване на емисиите на роторен зърнокомбайн CASE 2388 по време на жътва:

— усреднени стойности за 230 s;
 — допустими нива, съответстващи на норма крива N 80.

При емисионните изпитвания е избрана точка от корпуса на зърнокомбайна, разположена встрани от основите габарити, удовлетворяваща условието за отдалеченост от корпуса на 1 m. Оста на микрофона е насочена към работния бункер, който има най-голям дял в емитираните шумове.

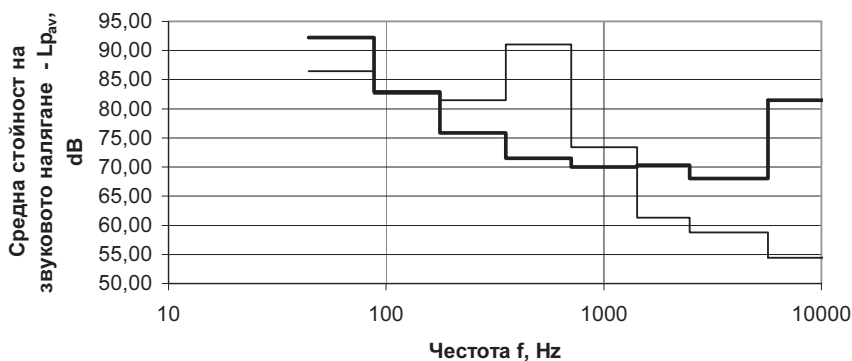


Фиг. 2 Динамика на нивата на звуковото налягане за всяка октавна честотна лента във функция от времето при измерване на емисии

След провеждане на измерванията се извършва статистическа обработка на получените резултати. Данните са обобщени, сортирани и подготвени като изходни величини на алгоритмите за статистическа и графична обработка.

След всяко измерване софтуерът, управляващ устройството за събиране на данни DAQ 6210 генерира "Imv" файл. Той съдържа таблична информация за всяка една стойност, записана при отделните тактове на аналого-цифровият преобразувател.

Всеки файл съдържа 20000 реда със стойности за общото ниво на шума и информация за честотния спектър, с размерност 10000 стойности и дискретизация - $\Delta f = f_s / 20000$, където Δf е дискретизирането на честотния спектър, Hz, в зависимост от честотата на дискретизация f_s . Виртуалният инструмент съдържа модул за математическо определяне на спектралното разпределение в октавни честотни ленти.



Фиг. 3 Октавен честотен спектър на нивата на звуковото налягане при измерване на имисиите на роторен зърнокомбайн CASE 2388 по време на жътва:

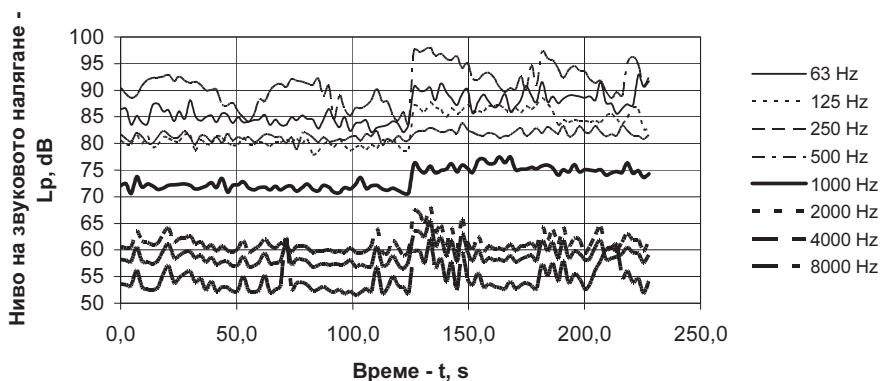
- усреднени стойности за 230 s;
- допустими нива, съответстващи на нормена крива N 80.

За оценка на риска от възникване на опасен шум се налага направеният непрекъснат запис на емисиите и имисиите на шума в отделните октави, да се анализира като случаен процес. Определят се броят на превишаванията на допустимите стойности и времето на превишаване. Превишаванията са на базата на кривите на еднаква чуваемост в отделните честотни ленти, т.нар нормени криви. На фигура 1 е представена графика на измерените стойности, както и допустимите нива за отделните честоти, съгласно ISO 226:2003 [1]. За емисиите е избрана нормена крива с означение N80, а на фигура 3 същите графики представят спектралната картина при имисиите, като сравнението е на база на крива N70. Проверява се хипотезата за разпределението на превишаванията и се установява вероятността за превишаване в зависимост от статистическия закон на разпределение. По същия начин се процедира и с продължителността на превишаванията. Произведението на вероятностите за възникване на превишавания и продължителността им е индикатор за емисиите и имисиите на шум. Характеристиките на превишаванията могат да се определят също чрез корелационните функции и спектралните плътности на случайните процеси. Налага се използване на специфични програмни

продукти за обработка на този род процеси.

В табличен вид на таблица 1 са посочени броят на превишаване и времето за превишаване на допустимите нива на звуковото налягане за всяка отделна честотна лента. Анализът на кривите и таблицата показва значително превишаване на нивата при емисиите, почти в целия диапазон, като изключение правят само ниските и високите честоти. При имисиите превишаването е в диапазона $F_m = 250 \div 1000 \text{ Hz}$, като кратко превишаване се наблюдава при ниските честоти $f_m = 125 \text{ Hz}$, а при $f_m = 63 \text{ Hz}$ превишаването от 1% е пренебрежимо малко.

На фигури 2 и 4 са представени 8 криви на динамиката на изменение на нивото на звуковото налягане, във всяка октавна лента. Времето, което е необходимо на измервателната система, за да реализира отделните измервания е 2,3 s. Това определя сумарното време за 100 измервания - 3:50 min. При анализирани на емисиите се наблюдава сравнително хоризонтален вид на кривите, като в края на периода на измерване нивата на звуковото налягане се увеличават леко с около 3-4 dB.



Фиг. 4 Динамика на нивата на звуковото налягане за всяка октавна честотна лента във функция от времето при измерване на имисии

Таблица 1
Брой и време на превишаване на предельно допустимите стойности при работа на роторен зърнокомбайн CASE 2388 при оценка на емисии и имисии за всяка октавна честотна лента

	ЕМИСИИ							
f_m, Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
N_{pr}	0	100	100	100	100	100	100	0
T_{pr}, s	0	230	230	230	230	230	230	0
	ИМИСИИ							
f_m, Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
N_{pr}	1	44	100	100	100	0	0	0
T_{pr}, s	2.3	101.2	230	230	230	0	0	0

Това показва, че процесите на генериране на шумове не са статични във времето, а търпят изменение. Причините могат да бъдат различни: промяна в работните режими на различните агрегати на зърнокомбайна по време на работа, смяна на терена, включване и изключване на различни помощни агрегати по корпуса на машината и др. Най-голяма динамика се наблюдава при кривата на изменение на октава със средногеометрична честота 63 Hz . Между 50 и 100 s се наблюдават 2 близко разположени локални максимума. Нивата обаче не превишават нормите за тази октава.

При имисиите се наблюдава значителна динамика. При октавна лента със средна честота 500 Hz възниква локален екстремум, който превишава средната стойност с повече от 10 dB . Повишена динамика се наблюдава и при останалите честоти. Причините са различни. Основната причина за разликата в динамиката в сравнение с емисионните измервания е, че при повишения шум, който показват резултатите се маскират някои по-слаби шумови емисии. Докато шумоизолацията в кабината въздейства на структурния и въздушния шум, но запазва характера на изменение на звуковите нива.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Направените измервания на шума показват приложимостта на метода, описан в предишни изследвания [5,6], за определяне на спектралните нива на емисиите и имисиите на шум.

Проведено е експериментално изследване на шума, излъчван от роторен зърнокомбайн CASE 2388 по време на жътва. Установени са нивата на звуковото налягане в отделните октавни честотни ленти. Направени са следните изводи:

Динамиката на шума в купето на зърнокомбайна е значително по-висока от тази на корпуса, но нивата не превишават пределно-допустимите стойности, определени в стандарта ISO 226, с изключение на стойностите при честотни ленти 250 и 500 Hz ;

При емисиите най-голяма динамика се наблюдава при кривата на изменение на октава със средногеометрична честота 63 Hz ;

Емисионните рискове показват превишване на допустимит енива в целия честотен диапазон, с изключение на най-ниските и най-високите честоти.

Налага се да се предложи метод за обективна оценка, който да отчита случайния характер на появяване на превишаването на пределно допустимите стойности за емисии и имисии на шум в работната среда, както и продължителността на тези превишавания.

Необходимо е разширяване на обхвата на изследването с включване на допълнителни ергономични системи и стесняване на спектралния обхват до стойности от порядъка на 1 Hz или по-малко.

ЛИТЕРАТУРА

[1] ISO 226:2003 Acoustics - Normal equal-loudness-level contours

[2] БДС EN ISO 11201:1995/AC:2001. Акустика. Излъчване на шум от машини и съоръжения. Измерване на излъчените нива на звуково налягане на работното място и на други определени положения. Метод от клас на точност 2 в апроксимирано свободно поле върху отразяваща повърхност (ISO 11201:1995).

[3] БДС EN ISO 11204:1995+AC 1997. Акустика. Излъчване на шум от машини и съоръжения. Измерване на излъчените нива на звуково налягане на работното място и на други определени положения.

[4] БДС ISO 1999:2004. Акустика. Определяне въздействието на шума при работа и оценяване увреждането на слуха, причинено от шум.

[5] Ковачев Н., В. Добринов. Оценка на риска от шум от роторен зърнокомбайн.

Сборник доклади на Десета национална младежка научно-практическа сесия-2012. 23 - 25 април 2012 г. Национален Дом на Науката и Техниката. София. 304-309 с.

[6] Ковачев, Н. Методично усъвършенстване на измерването на шумови емисии. Част I. Методика за измерване на шума с виртуален инструмент, разработен в LabView 8.5, продължителност и ред на измерванията. Русе, Научни трудове на Русенски университет "Ангел Кънчев", том 47, серия 1.2, 2008. с. 181-185.

За контакти:

гл. ас. инж. Николай Ковачев, Катедра "Екология и опазване на околната среда", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 561, e-mail: nkovachev@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.