Сравнителен анализ на шумовите имисии от трактор Болгар ТК80 и Case 95

Petru Cardei, Vergil Muraru, Cornelia Muraru-Ionel,
Николай Ковачев, Венцислав Добринов

Comparative analysis of the noise imissions from tractor Bolgar TK 80 and Case 95*: The work presents a methodology for determinination of the noise generated by the two model tractors. It was used a software product, and interpolation was made, which shows the distribution of noise in function of the distance. Numerical models of the noise in different conditions and different perimeter is presented.*

NIKey words: *Noise imissions, Traktors Bolgar TK 80 and Case 95, interpolation, noise surface, noise distribution, MIGAN data software.*

ВЪВЕДЕНИЕ

При работа на машини с известни емисионни параметри, може да се предвиди нивото на шума в определена зона. Това е важно при оценка на хигиенните параметри и безопасността при работа. Много често е важно да се познават механизмите, които влияят върху нивата на звуковото налягане. Често се налага използването не числени методи и компютърно моделиране, тъй като многофакторните анализи водят до противоречиви резултати.

Цел на настоящата работа е да се определи и прогнозира нивото на имисиите в работната област на два трактора – Болгар ТК80 и Case 95.

Необходимо е да се решат следните задачи:

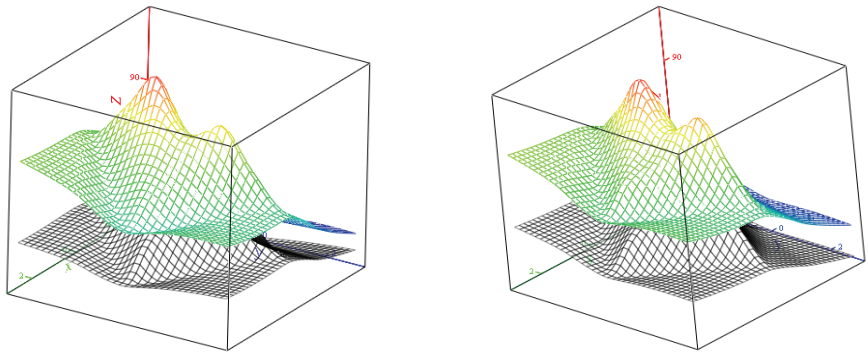
- да се предложи методика за прогнозиране на имисиите, на бза експерименталните данни за емисиите на двата вида трактори;
- да се извърши числено моделиране на нивата на звуковото налягане в изчислителната област;
- да се направи оценка на получените стойности.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Фиг.1 Ориентация на осите, по които се извършва математическото моделиране на шума

При прогнозиране на нивата на звуково налягане в работната област на машините е използван софтуерен продукт MIGAN, разработен от НИИ-Букуреща (Национален изследователски център) Входните данни са заимствани от експерименталните стойности за емисиите на два вида трактори – Болгар ТК 80 и Case 95. На фиг 1 е показано разположението на измервателните точки за експерименталните изпитвания, и осите, по които са извършени итераците, в изчислителния модел.

Стойностите, които са използвани за анализите, са получени при емисионните изследвания. На фигура 2 графично е представено разпределение на нивото на звуковото налягане в измервателната повърхност на трактор Болгар ТК 80 – цветни линии и Case 95 – чернобели, при : честотата на вала на двигателя: 2а)1500 $min-1$ и 2б) 2000 $min-1$.



а) б)

Фиг.2 Разпределение на нивото на звуковото налягане в измервателната повърхност на трактор Болгар ТК 80 – цветни линии и Case 95 – чернобели, при : честотата на вала на двигателя: а)1500 $\min^{-1}$; б) 2000 $\min^{-1}$

Методика за интерполиране на данните, използваща класически функции.

Компютърните програми използват алгоритми, базирани на логаритмичния закон за намаляване на нивото на звуковото налягане с отдалечаване от източника на шум [1]. За единичен източник на шум, формулата има вида:

$$L_{eq} = L_{W} - 20\lg r - 11,\ dB \qquad (1)$$

където $L_{eq},\ dB$ е еквивалентното ниво на звуковото налягане, $L_{W,\ dB}$ - ниво на звуковата мощност на източника, и r, m е разстоянието

За трактор Болгар ТК 80 при честота на вала на двигателя 1500 $\min^{-1}$ уравнението изглежда по следния начин:

$$L_{eq} = 104{,}792 - 20\lg r - 11,\ dB \qquad (2)$$

Тъй като разпределението на шума не е симетрично, се приемат радиални координати:

$$r = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2},m \qquad (3)$$

където x_0, y_0, z_0 са координатните точки на източника.

По метода на най-малките квадрати са получени следните резултати:

Lw=104.792, x_0=0.621, y_0=-0.883, z_0=0.406. При заместване с координатите на източника (3), формула (2) добива вида:

$$L_{eq} = 104{,}792 - 20\lg\sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2} - 11,dB \qquad (4)$$

На фигура 3 е показано нивото на шума, получено, чрез интерполация, за трактор Болгар ТК80 при честота на въртене 1500 $\min^{-1}$ при 2 гледни точки.

По подобен начин са получени разпределенията на шума за трактор Болгар ТК80 при 2000 $\min^{-1}$. Формулата за интерполация на шума в тзи случай приема вида:

$$L_{eq} = 105{,}261 - 20\,jg\sqrt{(x - 0{,}599)^2 + (y + +0{,}999)^2 + (z - 0{,}701)^2} - 11 \qquad (5)$$

Формулата за интерполиране при единичен източник (1) води до разпределение на шума, имащо единствена характерна точка на максимума.

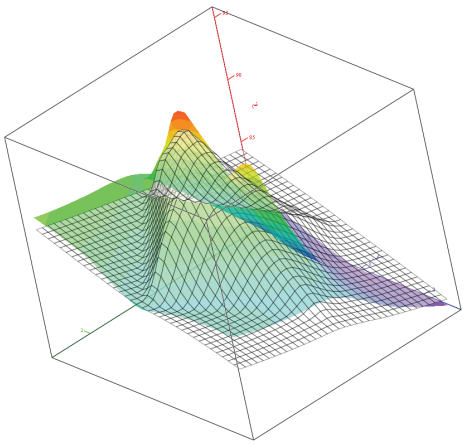
Формулата за интерполиране на данните при 1500 $\min^{-1}$ има вида:

$$L_{eq} = 99{,}224 - 20\,jg\sqrt{(x-0{,}458)^2 + (y++0{,}355)^2 + z^2} - 11 \qquad (6)$$

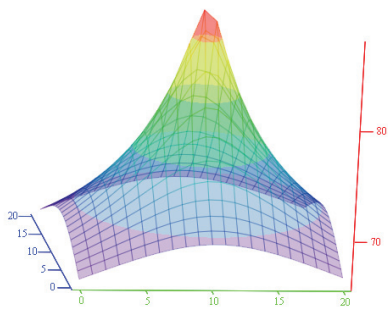
При 2000 $min-1$ за трактор Case:

$$L_{eq} = 100{,}443 - 20\,jg\sqrt{(x-0{,}293)^2 + (y++0{,}169)^2 + z^2} - 11 \qquad (7)$$

С посочените форммули е получена графиката на фиг. 4, представяща интерполирани нива на звуовото налягане за трактор Case 95 при 2000 $\min^{-1}$



Фиг.3 Разпределение на нивото на звуковото налягане в измервателната повърхност на трактор Болгар ТК 80 при 1500 $min-1$***: експериментални данни - цветни линии и интерполирани– чернобели***



Фиг. 4 Интерполирани нива на звуовото налягане за трактор Case 95 при 2000 $\min^{-1}$

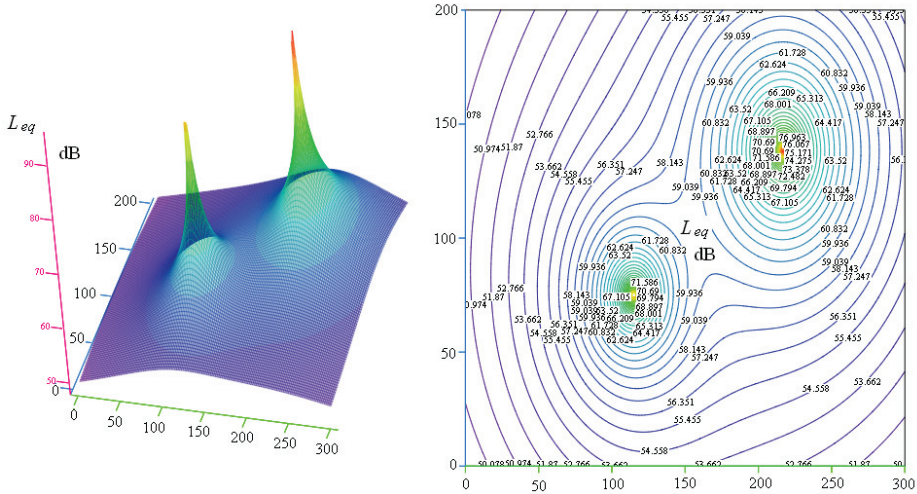
Звуково поле, създавано от 2 трактора Болгар. Това приложение показва възможността за прилагане на формулите за интерполация, получени по-горе, при определяне на комбинирано звуково поле при работа на повече източници. В [1] или [5], например, са посочени формули за изчисляване на шума от няколко източника, които са нелинейно зависими.

$$L_{eq} = 10\lg\left[\sum_i 10^{\frac{L_i}{10}}\right] \qquad (8)$$

За демонстриране на възможностите за изтерполация, е избрано поле с размери 200x300 m. На фиг. 5 е показано комбинирано звуково поле, създавано от паралелната работа на 2 трактора и Болгар ТК80. И двата трактора работят при 2000 $min-1$

За получаване на разпределенията на звуковото налягане са използвани формули (4) и (5) за два източника на шум. В [2], [3], [5] са разгледани допустимите нива, които могат да бъдат достигнати и предвидени чрез интерполиране на данни за известни източници.

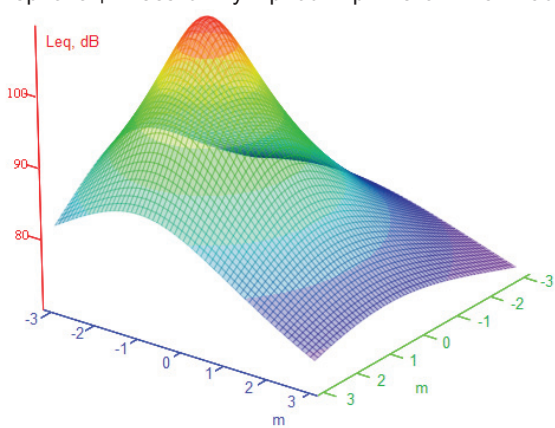
В [5] е показа метод за интерполиране, приложен при зърнокомбайн, при който данните са обработени със следната формула



Фиг. 5 Комбинирано звуково поле, създавано от паралелната работа на 2 трактора. Ляво – трактор Case 95, дясно – Болгар ТК80. И двата трактора работят при 2000 $\min^{-1}$

$$L_{eq} + L_w - 20\lg r - 8 \quad (9)$$

На фигура 6 са представени графично данните за шума, генериран от тракторите, получени чрез математическо моделиране, направено чрез формули за интерполация без сингулярност при източника и асимптоматично се разпределя в широк обхват на разстоянията. На големи разстояния, средните стойности на нивото на звуково налягане се доближава до нивата на фоновия шум, който следва да бъде определен.



Фиг. 6 Вариативност, във функция на разстоянието на фукнцията на изменение на нивото на звуковото налягане без сингурлярност при източника

За всяка честота на въртене на вала на двигателя на машината - 1500 и 2000 $min-1$шумът, генериран от трактор Болгар ТК 80 е значително по-висок. Нивото на звуковото налягане е по-високо, в сравнение с това при трактор Case 95 с около 6,9% при 1500 $\min^{-1}$ и около 6,4 % при 2000 $\min^{-1}$- фиг.2.

Анализите показват, че шумът не се разпределя симетрично по осите. Това налага провеждане на допълнителни измервания, с цел определяне коефициента на насоченост на машините.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работата е представен математическия модел за прогнозиране на имисиите, на база на регресионните модели и последваща интерполация и експтраполация на данните от емисионните измервания.

Извършен е сравнителен анализ на шума от два трактора – Болгар ТК80 и Case 95. Установено е, че за всяка честота на въртене на вала на двигателя на машината - 1500 и 2000 min^{-1}шумът, генериран от трактор Болгар ТК 80 е значително по-висок. Нивото на звуковото налягане е по-високо, в сравнение с това при трактор Case 95 с около 6,9% при 1500 min^{-1} и около 6,4 % при 2000 min^{-1}.

Използван е софтуерен продукт, показващ възожностите за моделиране на имисиите в широк диапазон на избрани ситуации.

Необходими са допълнителни изследвания за определяне на насочеността на източниците и интерполация в отделните октавни честотни ленти.

Литература

[1]. MIGAN metodology, METHOD FOR ESTIMATING THE NOISE POLLUTION CAUSED BY A SOURCE IN THE ENVIRONMENT, Documentation method for estimating the noise pollution caused by a source in the environment

[2]. http://www.dezumidificare.ro/nivelul-de-zgomot

[3]. Popescu E. B., Simigelschi M., Pana R., Normativ privind protectia la zgomot, Ministerul Transporturilor, Constructiilor si Turismului, Bucuresti, 2003

[4]. Lupea I., Masuratori si experimente, Vibratii – Acustica,

[5]. Cardei P., Theory and simulation of acoustic noise propagation, WSEAS Mechanical Engineering Series, Advanced Technology for Acoustic and Music, 9th WSEAS International Conference on Acoustic & Music: Theory & Application (AMTA '08), Bucharest, 2008

За контакти:

Гл. ас. инж. д-р Николай Ковачев, Катедра "Топлотехника, хидравлика и екология", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: +359 82 888 498, e-mail: nkovachev@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.