

Запропоновано застосування параметру  $\alpha$  для опису спаду ХЛ-сигналу, котрий, на відміну від коефіцієнта швидкості хемілюмінесценції, більш точно відображає антиоксидантні властивості біопроби за рахунок меншого впливу на нього шумів. Для його визначення необхідно в 10 разів менше часу, що підвищує продуктивність проведення ХЛ-дослідження.

1. *Барбой В. А., Орел В. Э., Карнаух И. М.* Перекисное окисление и радиация. – К.: Наук. думка, 1991. – 256 с.
2. *Карпінський М.П., Ляпандра А.С.* Особливості побудови комп'ютерної системи для біохемілюмінометричних досліджень // Вісник Хмельницького національного університету. – 2005. – № 6. Т.2. – С. 167–171.
3. *Гольденберг Л.М.* Импульсные и цифровые устройства. – М: Связь, 1973 – 496 с.
4. *Сергиенко А.Б.* Цифровая обработка сигналов: Учебник для вузов. 2-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 751 с.

*Поступила 19.11.2008р.*

УДК 629.113-59.001.4

Г.С. Гудз, І.Я. Захара, О.Г. Тарапон

## **НОВИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ У ВЕНТИЛЬОВАНИХ ДИСКОВИХ ГАЛЬМАХ ПРИ ЦИКЛІЧНИХ ГАЛЬМУВАННЯХ**

Стабільність гальмівних властивостей автотранспортних засобів (АТЗ) в значній мірі визначається тепловим станом гальм. Тому актуальним постає питання дослідження гальм з метою мінімізації їх температурного режиму.

Зазвичай дослідження температурних процесів у гальмах останнім часом проводять методами математичного моделювання. Наприклад, відомі двовимірні та тривимірні моделі гальм, створені дослідниками О.Л.Колясою, Я.П. Яворським, М.М. Осташуком, О.Р. Клипком, але серед них не розглянуті тривимірні моделі самовентильованих дискових гальм АТЗ, що працюють в режимі циклічних гальмувань.

Тому **метою** даної статті є подальший розвиток таких досліджень з залученням методу автоматизації розв'язку теплової задачі на тривимірній моделі гальма.

При моделюванні попереднього етапу випробувань І [1] виникає необхідність роз'єднання пар тертя дискового гальма (рис.1) після кожного з 20 циклів гальмувань АТЗ категорії М<sub>3</sub>.

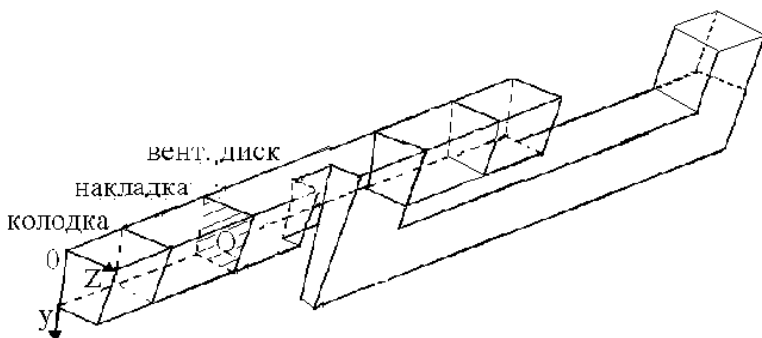


Рис. 1. Сектор просторової сітки тривимірної моделі гальма з вентилятованими дисками

При розрахунковому визначенні температурних полів в дискових гальмах слід розв'язати рівняння у часткових похідних, які описують процеси теплопереносу в складних об'єктах з розподіленими параметрами при відповідних крайових умовах [2]:

$$\lambda(x, y, z) \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \lambda(x, y, z) \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \lambda(x, y, z) \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + Q(x, y, z) = c\rho(x, y, z) \frac{\partial T}{\partial \tau}, \quad (1)$$

де:  $T$  – температура;  
 $x, y, z$  – поточні координати;  
 $\lambda(x, y, z)$  – коефіцієнт теплопровідності;  
 $c\rho(x, y, z)$  – об'ємна теплоємність;  
 $Q(x, y, z)$  – густина теплового потоку;  
 $\tau$  - час.

Охолодження пар тертя гальмівного механізму під час їх роз'єднання описується рівнянням:

$$\lambda(x, y, z) \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \lambda(x, y, z) \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \lambda(x, y, z) \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} = c\rho(x, y, z) \frac{\partial T}{\partial \tau}. \quad (2)$$

Для розв'язку рівнянь (1) і (2) використано розрахунковий модуль [3], створений на базі програмного комплексу «Фурє – 2 x, y, z» [4], який дозволяє розв'язувати двохвимірні та тривимірні задачі теплопереносу в діалоговому режимі та отримувати результати у зручному та наочному для використання вигляді.

Новий підхід до моделювання попереднього етапу випробувань I полягає у його здійсненні на трьох моделях: моделі нагрівання гальма в зборі, моделі остигання гальмівних накладок в зборі з колодками та моделі остигання гальмового диска.

Згадана вище програма «Фурє - 2» розв'язує задачі теплопровідності у

файлах \*.tsk. Програма NCorTSK exe, яка створена В.В. Аристовим, призначена для модифікації файлів \*.tsk шляхом запису інформації з таблиць одного файлу \*.tsk на відповідні місця у таблицях другого файлу \*.tsk. Команда для здійснення запису інформації переносу таблиці 1 filename 1\*.tsk у таблицю 1 filename 2\*.tsk наступна:

NCorTSK exe filename 1\*.tsk1 filename 2\*.tsk1.

Файл нагрівання гальмового механізму має конфігурацію, наведену на рис. 2.



Рис. 2. Конфігурація файла нагрівання гальма

На сітці за координатою z моделюється сектор (рис.1), який з достатньою ступеню точності [5] зведений до двовимірної сітки. При цьому зміни середньої товщини сектора за координатою y з кутом  $\Delta\alpha$  враховується зміною теплофізичних коефіцієнтів для кожного горизонтального рядка сітки. Перший горизонтальний рядок буде відповідати встановленим крокам за простором x, y, z і в нього задаються дійсні теплофізичні коефіцієнти. В наступних рядках їх значення визначають відповідно до зміни середньої товщини за координатою z залежно від просторового кроку за координатою y.

У математичному модулі використовується прямокутна система координат, в якій допускається різна дискретизація за координатами x, y, z.

Крок за координатами рівний  $\Delta x=0,002\text{м}$ ;  $\Delta y=0,01\text{м}$ ;  $\Delta z=0,02\text{м}$ . Задаємо однорідний початковий розподіл температур  $T=20^\circ\text{C}$ . З першого стовпчика масивів теплофізичних коефіцієнтів на кожний рядок вузлів пропорційно дійсним площам задаються їх значення.

Конфігурація моделі створена для переднього гальмового механізму автобуса А-171 ( $G_a=16000\text{кг}$ ). Ширина накладки (пояса тертя) дорівнює 0,08м. На цій ділянці пояса тертя в моделі змінюють пропорційно дійсним площам значення коефіцієнта теплопровідності, а на границях моделі таким самим чином задають значення граничних умов третього роду. Конфігурація файлів для охолодження гальмових накладок в зборі з колодками наведена на рис. 3, а для гальмового диска – на рис. 4.

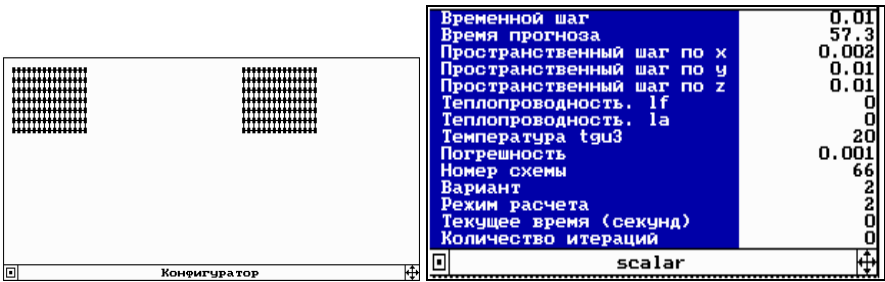


Рис.3. Конфігурація файла для охолодження гальмових накладок з колодкию

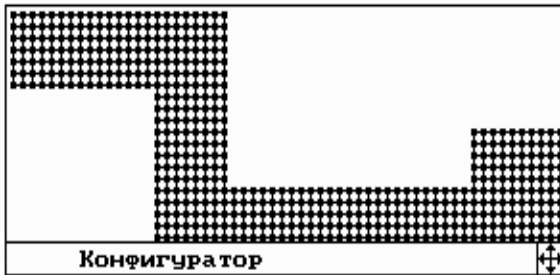


Рис. 4. Конфігурація файла для охолодження гальмового диска

Особливістю моделювання вентиляційних каналів є зменшення значення об'ємної теплоємності й теплопровідності у 3,2 рази в об'ємі перегородок диска по товщині вентиляційного каналу. На стінки каналів задаються граничні умови третього роду, отримані ідентифікацією за вислідами натурних експериментів.

Оскільки попередній етап випробовувань I гальм складається з 20 циклів «нагрівання-охолодження», то на межі поверхонь тертя задавались розрахункові значення густини теплового потоку  $Q_{п} = 4 \cdot 10^6$  Вт/м<sup>2</sup> та  $Q_{к} = 2 \cdot 10^6$  Вт/м<sup>2</sup>. Тривалість гальмування складає 2,7с при загальній тривалості одного циклу 60с. Коефіцієнт тепловіддачі  $\alpha$  відкритих поверхонь гальма становить 50 Вт/м<sup>2</sup> град., а з поверхні тертя під час гальмування – корегувався з врахуванням коефіцієнта перекриття  $\beta=0,35$ .

На рис. 5 показане температурне поле гальмового механізму в кінці 1-го циклу гальмування.

З рис. 5 видно, що температура поверхонь тертя на 1-му циклі гальмування досягає 190°C, в той час як тіла диска та накладок з колодками не перевищує 20°C, що пояснюється короткотривалістю процесу (2,7с).

На рис. 6 зображено температурне поле диска в кінці охолодження 1-го циклу випробовувань I ( $\tau=57,3с$ ), з якого видно, що пройшов перерозподіл теплоти в диску, і його температура стала 81°-82°C.

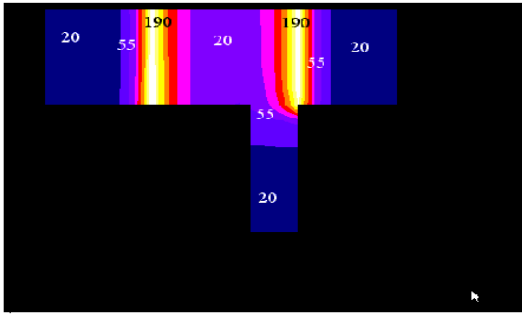


Рис. 5. Температурне поле переднього гальмового механізму автобуса А-171 в кінці 1-го циклу гальмування випробовувань I



Рис. 6. Температурне поле переднього гальмового диска автобуса А-171 в кінці 1-го циклу охолодження випробовувань I

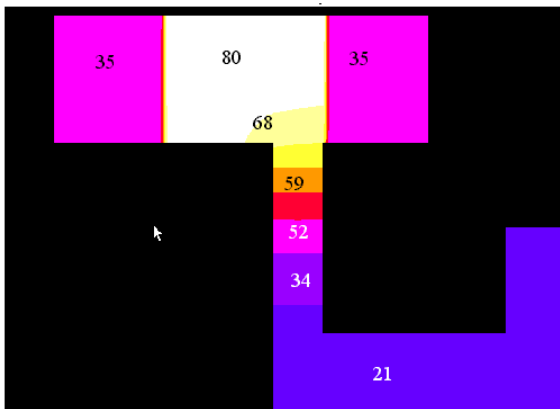


Рис. 7. Температурне поле переднього гальмівного диска автобуса А-171 на початку 2-го циклу випробовувань I під час з'єднання пар тертя

Слід зазначити, що температурні поля двох симетрично розташованих накладок з колодками не показані, оскільки під час гальмування на 1-му циклі випробовувань І вони не прогрілись (див. рис. 5).

Температурне поле дискового гальма в зборі під час з'єднання пар тертя перед початком 2-го циклу випробувань І показано на рис. 7.

З його розгляду видно, що пройшов перерозподіл теплоти в накладці з колодками та перетік у фланцеву частину диску. В результаті цього колодки з накладками прогрілись до температур 35°C, а фланцева частина диска – до 34-35°C.

Це дозволяє отримати температурні поля гальма на всіх подальших циклах гальмувань.

**Висновок.** Запропонований та апробований новий алгоритм комп'ютерного моделювання теплових процесів у вентильованих дискових гальмах АТЗ на режимах циклічних гальмувань, які передбачені попередніми етапами випробовувань І.

1. Правила №13 ЕЭК ООН. Единые предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении торможения. – Женева: 1979. – 75с.
2. *Лыков А.В.* Теория теплопроводности. – М.: Наука, 1967. – 592с.
3. *Гудз Г.С., Коляса О.Л., Тарапон А.Г.* Расчетный модуль для исследования температурных полей в дисковых тормозах автотранспортных средств // Зб. наук. пр. Інституту проблем моделювання в енергетиці НАНУ: Моделювання та інформаційні технології. – К.: 2001, вип. 8. – С.45-50.
4. *Тарапон А.Г., Сорокин Н.А., Тернавский В.О.* Программный комплекс для моделирования процессов тепломассопереноса при аварийных ситуациях // сб. «Методы и средства компьютерного моделирования». – К.: ИПМЭ НАНУ, 1997. – С.58-60.
5. *Гудз Г.С., Остащук Н.М., Тарапон А.Г.* Методика компьютерного моделирования трехмерных температурных полей в дисковых тормозах // Зб. наук. пр. Інституту проблем моделювання в енергетиці НАНУ. – К., 2002, вип. 16. – С. 95-99.

*Поступила 27.11.2008р.*

УДК 622.02.658.284

Б.А.Демида, І.Г.Цмоць, А.Л.Косменко

## **ЗАСТОСУВАННЯ АКТИВEX КОМПОНЕНТІВ В УНІВЕРСАЛЬНІЙ SCADA-СИСТЕМІ TRACE MODE 5.15**

У статті розглянуті метод підключення користувачських зовнішніх модулів у SCADA-систему з метою розширення можливостей математичного апарату та