

4. Выводы

Развитие регионально-структурного метода [1,2] и его приложение к многомерным нелинейным задачам теплообмена для однородных и композитных сред дает возможность проводить не только количественный, но и качественный анализ тепловых процессов в телах неканонической формы, перейти на новый уровень разработки методов и алгоритмов решения задач, связанных с оптимальным управлением тепловыми процессами.

Литература

1. Слесаренко, А.П. Развитие алгебраического метода и его приложения к многомерным нелинейным задачам теплопроводности для однородных и композитных сред: автореферат дис. ... д-ра физ.-мат. наук/ А.П. Слесаренко – М., 1984 – 36с.

2. Слесаренко, А. П. Регионально-аналитическое моделирование конвективного теплообмена с учетом взаимного влияния стенок трубы и движущейся жидкости/ А.П. Слесаренко, Д.А. Котульский // Доклад НАН Украины – 2003. – №4 – с.11-82.
3. Годунов, С.К. Разностные схемы: введение в теорию/ С.К. Годунов, В.С. Рябенский. – М.: Наука, 1973 – 400с.
4. Слесаренко, А.П. Современные приближенные аналитические методы решения задач теплообмена: учеб. пособие./ В.А. Темников, А.П. Слесаренко – Самара: Самар. политехн.ин-т., 1991 – 91с.
5. Самарский, А.А. Теория разностных схем./ А.А.Самарский – М.: Наука, 1977 – 656с.
6. Гончаров, Э.И. Температурное поле неограниченной пластины при переменных значениях коэффициента теплообмена и температуры внешней среды/ В.В. Саломатов, Э.И. Гончаров // Инж.-физ. журн., – 1968 – т.4, №4 – с.743-745.

У статті розглянуті питання впливу довжини каналу повітрозбірника на акустичну потужність випромінювання вентилятора газотурбінного двигуна. Запропонована методика дозволяє оптимізувати конструкцію повітрозбірника за акустичними характеристиками

Ключові слова: рівень звукової потужності, повітрозбірник, акустичні джерела

В статье рассмотрены вопросы влияния длины канала воздухоборника на акустическую мощность излучения вентилятора газотурбинного двигателя. Предложенная методика позволяет оптимизировать конструкцию воздухоборника за акустическими характеристиками

Ключевые слова: уровень звуковой мощности, воздухоборник, акустические источники

In article questions of influence of length of the channel of air inlet on acoustic capacity of radiation of the fan of gas turbine engine are considered. The offered technique allows to optimise an air inlet design under acoustic characteristics

Key words: level of sound capacity, air collector, acoustic sources

УДК 629.735.03:621.43.031.3.001.24 (045)

ВПЛИВ ДОВЖИНИ КАНАЛУ ПОВІТРОЗАБІРНИКА НА АКУСТИЧНУ ПОТУЖНІСТЬ ВИПРОМІНЮВАННЯ ВЕНТИЛЯТОРА ГАЗОТУРБІННОГО ДВИГУНА

Л.Г. Марківська

Аспірант

Кафедра «Авіаційні двигуни»

Національний авіаційний університет

просп. Космонавта Комарова, 1, м. Київ, 03058

Контактний тел.: 097-755-30-20

E-mail: plohih_love@ukr.net

1. Вступ

В усіх країнах протягом останніх десятиліть проблема боротьби з акустичним забрудненням навколишнього середовища від авіаційного транспорту, осо-

бливо поблизу аеропортів, є дуже гострою. Тому, при конструюванні нових літаків, виборі режимів зльоту і посадки, а також при будівництві нових і реконструкції старих аеропортів, враховуються проблеми шуму, що можуть виникнути.

Шум, що створюється літальним апаратом, має два джерела: авіаційні двигуни та корпус літального апарата, який при обтіканні теж створює значний шум. Проте основним джерелом шуму на зльоті та посадці є авіадвигуни [1].

Тенденції в двигунобудуванні спрямовані на створення двигунів з великим ступенем двоконтурності. Це значно зменшило шум, але авіаперевезення зросли, тому проблема шуму досі актуальна.

У двигунах з великим ступенем двоконтурності переважним джерелом шуму став вентилятор. Боротися з таким шумом дуже складно. Застосування звукопоглинаючих матеріалів дозволяє боротися з шумом який поширюється в площині вентилятора, але значна частина звуку випромінюється уперед, де неможливо накласти звукопоглинаючі матеріали. Активні методи боротьби з шумом (застосування антишуму) знаходяться у стадії розробки та потребують вирішення складних фундаментальних та конструктивних задач. Тому переважна більшість фахівців звернула свій погляд на конструктивні методи боротьби з шумом, тобто подальше удосконалення конструкції двигуна з метою покращення його акустичних характеристик. Цьому напрямку сприяють також розвиток комп'ютерного моделювання аероакустичних процесів.

2. Розрахунок акустичних джерел вентилятора, що знаходиться у каналі різної довжини

Для розрахунку течії використовується рівняння Нав'є – Стокса, які замикаються моделлю турбулентності SST. Акустичні джерела розраховуються за допомогою рівняння Фокс Вільямса – Хоукінгса [2]:

$$\rho' = \frac{1}{4\pi c_0^2} \frac{\partial^2}{\partial x_i \partial x_j} \int_V \frac{T_{ij} dV}{r} + \frac{1}{4\pi c_0^2} \frac{\partial}{\partial x_i} \int_S \frac{\rho u_i u_n + p_i}{r} dS - \frac{1}{4\pi c_0^2} \int_S \frac{\partial \rho u_n}{\partial t} \frac{dS}{r}$$

де ρ' - флуктуація щільності повітря; c_0 - швидкість звука у стаціонарному навколишньому середовищі; x_i - координати за напрямком руху рідини; x_j - координати перпендикулярні напрямку руху рідини; $T_{ij} \approx \rho c_i c_j$ - тензор напруження; r - відстань від джерела до спостерігача; V - об'єм квадрупольного джерела; ρ - щільність повітря; u_i - швидкість у напрямку x_i ; u_j - швидкість у напрямку x_j ; p_i - характеризує силу впливу потоку на тверду границю; S - площа поверхні, що обтікається.

Загальне вирішення неоднорідного хвильового рівняння, що описує генерацію звуку потоком у присутності твердих границь, містить три члени. Об'ємний інтеграл відповідає джерелам типу квадруполь, розподіленим за об'ємом поля течії далеко від жорсткої границі. Другий інтеграл описує випромінювання джерелами типу диполь, розподіленими на обтічній поверхні S . Ці джерела визначаються пульсаціями тиску і в'язкими напруженнями. Параметр $\rho c_i c_n$ характеризує швидкість зміни імпульсу, яка дорівнює нулю в разі жорсткої границі або границі, що коливається у власній площині, а для випадку границі, що переміщується, цей параметр характеризує обмін кількістю

руху між довоколишніми шарами рідини. Параметр p_i характеризує силу дії потоку на жорстку границю.

Третій інтеграл описує акустичне випромінювання джерелами монопольного типу, які розташовані на поверхні S і відображають собою витіснення середовища з області простору, обумовлене рухом поверхні S .

Зроблений розрахунок акустичних джерел вентилятора, що знаходиться у каналі різної довжини: 0, 300, 350, 400, 500 мм, за допомогою програмного комплексу ANSYS. Тривимірна модель вентилятора прототипу Д-36 побудована у Bladegen. Для розрахунку виділявся сектор, який містить в собі проточну частину з однією лопаткою (рис. 1). Цей сектор був розбитий розрахунковою об'ємною адаптованою сіткою з кількістю розрахункових комірок від 780600 до 1235600 в залежності від довжини каналу.

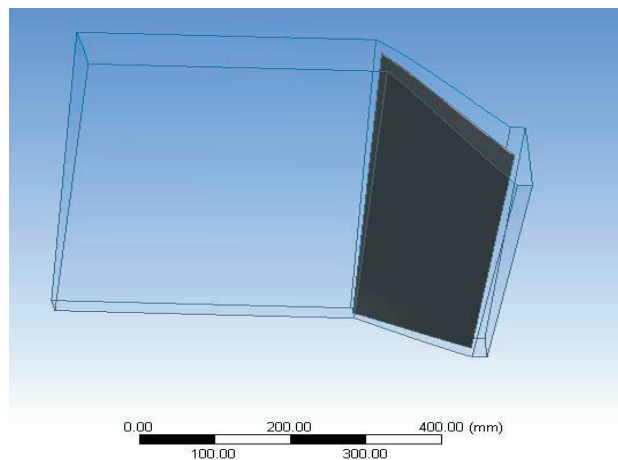


Рис. 1. Сектор розрахункової тривимірної моделі, який містить в собі проточну частину з однією лопаткою

Результати розрахунків представлені на графіках рис. 2 - 5. Ці графіки свідчать про виражений мінімум рівня звукової потужності (РЗП) при довжині каналу 400 мм. Цей мінімум може пояснюватись тим, що для обраних параметрів вентилятора (прототип Д-36) та початкових умов (вхідна швидкість потоку 150 м/с, початкова турбулентність 3%, вентилятор обертається зі швидкістю 5400 об/хв), саме довжина каналу 400 мм призводить до бажаного спрямлення потоку перед вентилятором, що в свою чергу зменшує його шум. Подальше збільшення довжини каналу призводить до стрімкого росту РЗТ. В цьому випадку можна передбачити, що довжина каналу більша за 400 мм вже сама стає додатковим джерелом збурень потоку, а отже й додатковим джерелом шуму.

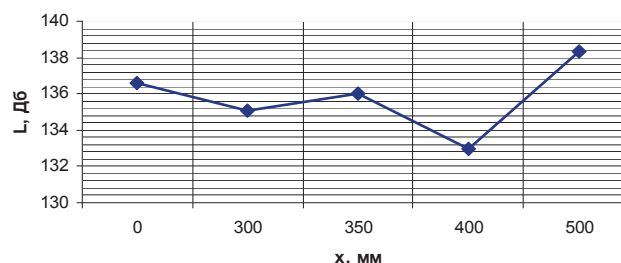


Рис. 2. Залежність загального РЗП вентилятора від довжини каналу

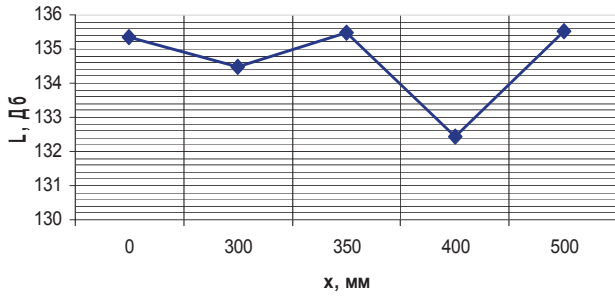


Рис. 3. Залежність РЗП вентилятора від довжини каналу на першій гармоніці

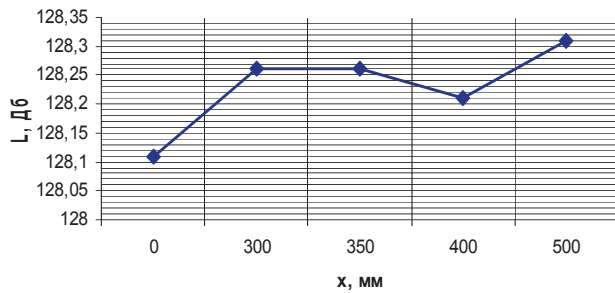


Рис. 4. Залежність РЗП вентилятора від довжини каналу на другій гармоніці

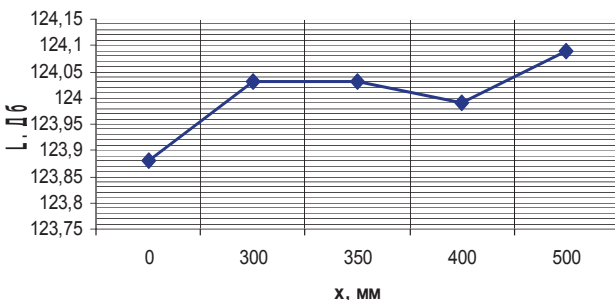


Рис. 5. Залежність РЗП вентилятора від довжини каналу на третій гармоніці

Трьохвимірною побудовою акустичних джерел підтверджує висунуті обґрунтування отриманих результатів. Так канал вносить додаткове квадрупольне джерело, що утворюється турбулентним потоком у вздовж стінок каналу (рис. 6 – 9).

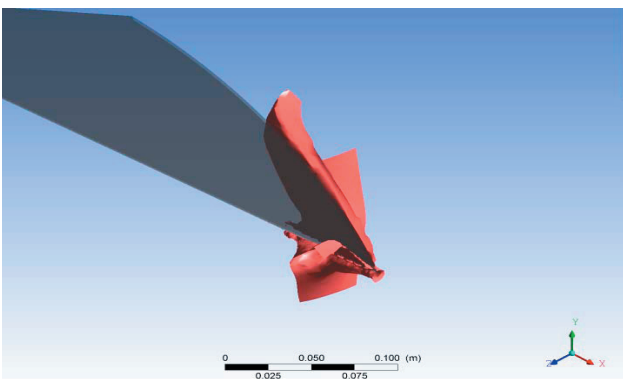


Рис. 6. Ізоповерхня квадрупольного акустичного джерела при нульовому подовженні каналу

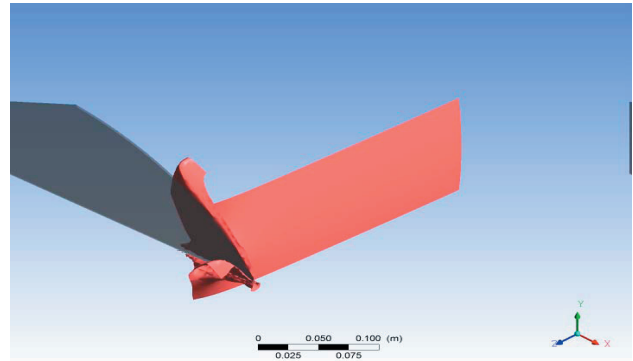


Рис. 7. Ізоповерхня квадрупольного акустичного джерела при подовженні каналу на 300мм

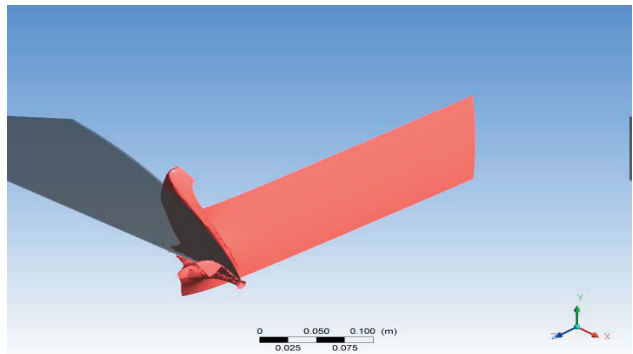


Рис. 8. Ізоповерхня квадрупольного акустичного джерела при подовженні каналу на 400мм

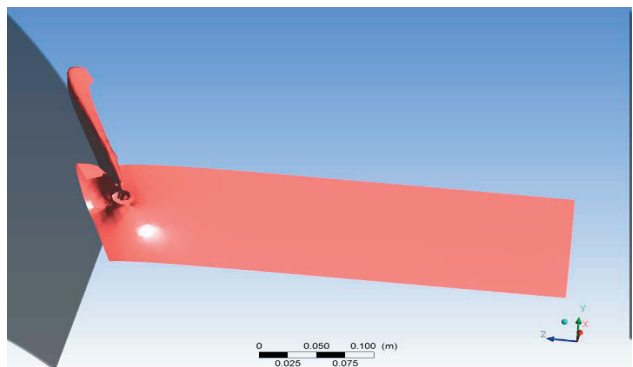


Рис. 9. Ізоповерхня квадрупольного акустичного джерела при подовженні каналу на 500мм

Висновки

Наведений метод розрахунку акустичних джерел у програмному середовищі ANSYS може бути використаний для порівняльного аналізу акустичної ефективності певних конструкторських рішень.

Даний метод не враховує інтерференцію акустичних хвиль у каналі, дифракцію цих хвиль на зрізі каналу, а також акустичні властивості матеріалу каналу.

Для більш детального дослідження впливу каналу кінцевої довжини на випромінений шум вентилятором, що в ньому розташований, потрібне додатковий акустичний аналіз.

До переваг використаного підходу можна віднести: відносну швидкість отриманих акустичних результатів, залежність отриманого результату лише від одно-

го вирішувача, на основі літературних даних можна говорити про те, що отримані результати якісно добре узгоджуються з експериментом [4].

Література

1. А.Г. Муниин *Авиационная акустика*, ч.2, М, «Машиностроение», 1986.- 264с.
2. Самохин В. Ф. КУРС ЛЕКЦИЙ ШУМ ГТД Введение в авиационную акустику, - М., ЦАГИ, 2007. – 152 с.
3. В.И. Токарев и др. Снижение шума при эксплуатации пассажирских самолетов, - К., «Техника», 1990.- 127с.
4. S. Timouchev XVI Session of the Russian Acoustical Society, - Moscow, November 14 -18, 2005.

Проводиться аналіз ефективності деяких методів автокомпенсації впливу зовнішніх перешкод на силовий та індикаторний гіростабілізатори, які функціонують в умовах одночасного впливу проникного акустичного випромінювання і кутового руху фюзеляжа

Ключові слова: гіростабілізатор, акустичний вплив, хитавиця, автокомпенсація впливу перешкод

Проводится анализ эффективности некоторых методов автокомпенсации влияния внешних помех на силовой и индикаторный гиросtabilизаторы, которые функционируют в условиях одновременного воздействия проникающего акустического излучения и углового движения фюзеляжа

Ключевые слова: гиросtabilизатор, акустическое воздействие, качка, автокомпенсация влияния помех

The analysis of efficiency of some methods of autoindemnification of influence of external disturbance on powered and indicator gyrostabilizers which function in the conditions of simultaneous influence of penetrable acoustic radiation and angular motion of fuselage is conducted

Keywords: gyrostabilizer, acoustic influence, tossing, autoindemnification of influence of disturbance

УДК 629.7.054

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ГИРОСКОПИЧЕСКИХ СТАБИЛИЗАТОРОВ АВТОКОМПЕНСАЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ

В. В. Карачун

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой*

В. Н. Мельник

Доктор технических наук, профессор*

*Кафедра биотехники и инженерии

Национальный технический университет Украины

«Киевский политехнический институт»

пр-т Победы, 37, г. Киев, Украина, 03056

Контактный тел.: (044) 454-94-51

E-mail: karachun1@gala.net

1. Введение

Исследования относятся к области прикладной механики, в частности, изучению особенностей инерциальных приборов пилотажного и навигационного назначения.

Рассматриваются схемы автокомпенсации влияния внешних помех на работу силового и индикаторного гиросtabilизаторов в условиях реверберационного

пространства с высокой интенсивностью акустического воздействия звуковой частоты.

Известно, что построение на подвижных объектах различного класса неподвижной, или заданным образом изменяющейся, платформы представляет не только сложную, но и чрезвычайно важную, научно-техническую задачу. Установленная на ней аппаратура решает целый комплекс задач управления движением, обнаружения и т.п. Поэтому гироскопически стаби-