

Морозова Елена Сергеевна

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТРЕХКОМПОНЕНТНОГО ФЕРРОЗОНДОВОГО МАГНИТОМЕТРА**

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/1/2010/7/19.html](http://www.gramota.net/materials/1/2010/7/19.html)

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

**Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2010. № 7 (38). С. 71-73. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/1.html](http://www.gramota.net/editions/1.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/1/2010/7/](http://www.gramota.net/materials/1/2010/7/)

**© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [almanac@gramota.net](mailto:almanac@gramota.net)

## Список литературы

1. Дрейцер Г. А., Лобанов И. Е. Исследование предельной интенсификации теплообмена в трубах за счет искусственной турбулизации потока // Теплофизика высоких температур. 2002. Т. 40. № 6. С. 958-963.
2. Дрейцер Г. А., Лобанов И. Е. Математическое моделирование предельного интенсифицированного теплообмена при применении ленточных закручивателей в трубах с турбулизаторами // Тезисы докладов Второй российской конференции «Тепломассообмен и гидродинамика в закрученных потоках». М.: Изд-во МЭИ, 2005. С. 193-194.
3. Дрейцер Г. А., Лобанов И. Е. Моделирование предельной интенсификации теплообмена в круглых трубах и кольцевых каналах за счет искусственной турбулизации потока для различных теплоносителей с постоянными и переменными теплофизическими свойствами // Газотурбинные и комбинированные установки и двигатели: сб. тезисов докладов XII Всероссийской межвузовской научно-технической конференции. М., 2004. С. 99-100.
4. Дрейцер Г. А., Лобанов И. Е. Моделирование предельной интенсификации теплообмена в трубах за счет искусственной турбулизации потока для различных теплоносителей с постоянными и переменными теплофизическими свойствами // Тезисы докладов и сообщений V Минского международного форума по тепломассообмену. Минск, 2004. Т. 1. С. 67-69.
5. Дрейцер Г. А., Лобанов И. Е. Моделирование предельной интенсификации теплообмена в трубах за счет искусственной турбулизации потока для различных теплоносителей с постоянными и переменными теплофизическими свойствами // Труды V Минского международного форума по тепломассообмену. Минск, 2004. Т. 1. № 27. С. 1-9.
6. Дрейцер Г. А., Лобанов И. Е. Предельная интенсификация теплообмена в трубах за счет искусственной турбулизации потока // Инженерно-физический журнал. 2003. Т. 76. № 1. С. 46-51.
7. Калинин Э. К., Дрейцер Г. А., Ярхо С. А. Интенсификация теплообмена в каналах. М.: Машиностроение, 1990. 208 с.
8. Лобанов И. Е. Математическое моделирование предельного теплообмена за счет турбулизации потока при турбулентном течении в плоских каналах с турбулизаторами // Актуальные проблемы российской космонавтики: материалы XXXIV Академических чтений по космонавтике / под общ. ред. А. К. Медведевой. М.: Комиссия РАН по разработке научного наследия пионеров освоения космического пространства, 2010. С. 200-202.
9. Лобанов И. Е. Моделирование предельного теплообмена посредством турбулизации потока для кольцевых каналов // Проблемы тепломассообмена и гидродинамики в энергомашиностроении: труды IV школы-семинара молодых ученых и специалистов под руководством акад. РАН В. Е. Алемасова. Казань: КГУ, 2004. С. 134-142.
10. Мигай В. К. Интенсификация конвективного теплообмена в трубах и каналах теплообменного оборудования: дисс. ... д-ра техн. наук. Л., 1973. Т. 1. 327 с.
11. Мигай В. К. Интенсификация конвективного теплообмена в трубах и каналах теплообменного оборудования: приложение к дисс. ... д-ра техн. наук. Л., 1973. Т. 2. 85 с.
12. Новиков И. И., Воскресенский К. Д. Прикладная термодинамика и теплопередача. М.: Атомиздат, 1977. 349 с.
13. Новиков И. И., Воскресенский К. Д. Прикладная термодинамика и теплопередача. М.: Госатомиздат, 1961. 548 с.
14. Новожилов И. Ф., Мигай В. К. Интенсификация конвективного теплообмена внутри труб путем применения искусственной шероховатости // Теплоэнергетика. 1964. С. 57-63.
15. Петухов Б. С., Генин Л. Г., Ковалев С. А. Теплообмен в ядерных энергетических установках. М.: Энергоатомиздат, 1986. 470 с.
16. Эффективные поверхности теплообмена / Э. К. Калинин, Г. А. Дрейцер, И. З. Копп и др. М.: Энергоатомиздат, 1998. 408 с.
17. Dreitsler G. A., Myakotchin A. S., Lobanov I. E. A simple method for evaluation of heat transfer enhancement in tubular heat exchangers under single-phase flow, boiling, condensation and fouling conditions // Proceedings of the Third international conference on compact heat exchangers and enhancement technology for the process industries held at the Davos congress centre. Davos (Switzerland), 2001. P. 445-455.
18. Dreitsler G. A., Myakotchin A. S., Lobanov I. E. Effective heat transfer enhancement in tubular heat exchangers under single-phase flow, boiling, condensation and fouling conditions // International journal of heat exchangers. 2002. V. III. № 3. P. 105-127.

УДК 621.317

*Елена Сергеевна Морозова**Уфимский государственный авиационный технический университет*МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТРЕХКОМПОНЕНТНОГО ФЕРРОЗОНДОВОГО МАГНИТОМЕТРА<sup>®</sup>

Известные и предложенные ранее статические математические модели магнитометрической аппаратуры (ММА) с феррозондовыми датчиками позволили на определенном этапе развития магнитометрии добиться существенных результатов в плане улучшения метрологических характеристик. Однако, дальнейшее повышение точности ММА, в которых алгоритмическая обработка результатов измерений выполняется по данным моделям, сопряжено с определенными трудностями.

Для определения пространственного положения ММА и его элементов (в частности - трех феррозондов  $F_X$ ,  $F_Y$  и  $F_Z$ ) необходимо рассмотреть базисы и их преобразования при движении ММА по криволинейной траектории с учетом отдельных плоских поворотов.

Следует также принять, что в начальном положении корпуса ММА оси чувствительности феррозондов  $F_{i(i=X, Y, Z)}$  в идеальном случае совпадают с соответствующими осями основного базиса  $R_0(0, X_0, Y_0, Z_0)$ .

Преобразование системы координат в ортонормированном базисе на практике реализовать практически не возможно, поскольку неизбежно появляются погрешности связанные с невозможностью расположить феррозонды строго ориентированными по осям ортонормированного базиса, что неизбежно приводит к появлению инструментальной погрешности.

Оси чувствительности феррозондов могут отклоняться от осей координат, как показано на Рис. 1 на углы  $\delta$ ,  $\gamma$ ,  $\alpha$ .

Возможны два варианта решения данной проблемы. Первый - тщательная регулировка при изготовлении, которая очень трудоемка и требует наличие высококвалифицированного персонала. Второй - это экспериментальное определение численных значений малых углов отклонения осей чувствительности феррозондов от осей ортонормированного базиса и их последующий учет в виде констант при алгоритмической обработке результатов измерений.

Второй путь, который в последнее время признан наиболее целесообразным и перспективным, по крайней мере, среди отечественных разработчиков. Этот метод предполагает осуществить попытку решения данного вопроса путем получения обобщенных математических моделей, учитывающих указанные малые угловые параметры.

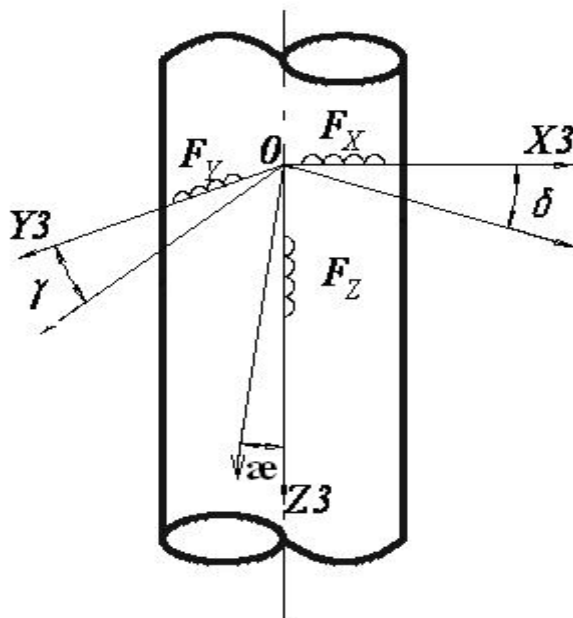


Рис. 1

При использовании теории матриц связь проекций вектора  $\vec{T}$  устанавливается следующим векторно-матричным уравнением (1).

$$\left. \begin{aligned} \vec{T}_x^* &= A_\delta(y) A_\phi(z) A_\theta(y) A_\alpha(z) \cdot \vec{T} \\ \vec{T}_y^* &= A_\gamma(x) A_\alpha(z) A_\phi(z) A_\theta(y) A_\alpha(z) \cdot \vec{T} \\ \vec{T}_z^* &= A_\phi(z) A_\theta(y) A_\alpha(z) \cdot \vec{T} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Таким образом, проанализировав доступные в литературе методы оптимизации, наиболее оптимальным методом для решения вышеизложенной проблемы является, так называемый, метод итерационного варьирования, при котором, используя последовательное приближение с уменьшением шага варьирования на последующих этапах, происходит достаточно точное нахождение нужных параметров.

Суть этой методики заключается в следующем:

1) Принимаются допущения - статические характеристики всех трех феррозондов идеальны и имеют одинаковые коэффициенты преобразования (одинаковую крутизну статической характеристики).

2) Преобразования осуществляются без привязки к базису корпуса, тогда один из феррозонда может быть принят за базовый (в нашем случае таким принят феррозонд, ось чувствительности которого направлена по оси Z).

3) Формируется база данных измеренных значений  $\overline{T_x^*}, \overline{T_y^*}, \overline{T_z^*}$  при различных пространственных положениях.

4) Проводится варьирование малых углов  $\delta, \gamma, \alpha$  с различным шагом.

5) Нахождение искомым малых углов.

Приведенная методика является очень эффективной, о чем свидетельствуют результаты математических и измерительных экспериментов.

#### Список литературы

1. Афанасьев Ю. В. Феррозонды. Л.: Энергия, 1969. 166 с.
2. Ривкин С. С. Стабилизация измерительных устройств на качающемся основании. М.: Наука, 1978. 320 с.

УДК 513.81

Людмила Сергеевна Седаева, Альфия Фаритовна Шабеева  
 Филиал ГОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» в г. Стерлитамаке  
 Стерлитамакская государственная педагогическая академия им. Зайнаб Бишевой

### КОМПЛЕКСЫ ПРЯМЫХ В ГИПЕРБОЛИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ<sup>©</sup>

В гиперболическом 4 - пространстве индекса 1  ${}^1S_4$  введем автополярный репер  $(A_i)$  ( $i, j = \overline{0, 4}$ ), в котором вершина  $A_0$  лежит в собственной области пространства, а остальные вершины - в идеальной. Произвольную прямую  $p$  зададим двумя линейно независимыми точками  $X_0(x_0^i), X_1(x_1^i)$ . Для каждой прямой  $p$  можно определить грассмановы координаты

$$p^{i_0 i_1} = x_0^{[i_0} x_1^{i_1]}, \quad (1)$$

где скобки  $[ ]$  означают альтернирование по выделенным индексам.

Грассмановы координаты (1) связаны между собой соотношениями

$$p^{[i_0 i_1} p^{j_0 j_1]} = 0 \quad (2)$$

Если координаты (1) рассматривать как координаты точки в проективном 9-пространстве, то уравнения (2) задают в нем 6-мерную поверхность  $Gr_{4,1}^1$ , называемую грассманианой.

Собственные, идеальные, изотропные прямые гиперболического пространства  ${}^1S_4$  изображаются на грассманиане точками, лежащими соответственно внутри, вне или на квадрике

$$-(x^0)^2 - (x^1)^2 - (x^2)^2 - (x^3)^2 + (x^4)^2 + (x^5)^2 + (x^6)^2 + (x^7)^2 + (x^8)^2 + (x^9)^2 = 0$$

Эту квадратрику примем за абсолют гиперболического пространства  ${}^4S_9$ .

Рассмотрим комплексы прямых пространства  ${}^1S_4$ , то есть 5-параметрические семейства прямых, которые изображаются на грассманиане  $Gr_{4,1}^1$  гиперповерхностями. Геодезическая линия на грассманиане соответствует в  ${}^1S_4$  однопараметрическое семейство прямых, называемое геликоидом. Пусть точка  $P$  грассманианы  $Gr_{4,1}^1$  изображает прямую  $p$  комплекса прямых пространства  ${}^1S_4$ , а этот комплекс прямых изображается на  $Gr_{4,1}^1$  некоторой гиперповерхностью. Возьмем геодезическую линию грассманианы, для которой нормаль к гиперповерхности в точке  $P$  является касательной прямой. Этой геодезической линии соответствует в  ${}^1S_4$  геликоид, который назовем нормальным геликоидом комплекса прямых. Точки пересечения осей нормального геликоида с прямой  $p$  и полярной ей прямой  $p'$  примем за вершины  $E_0(\vec{e}_0), \dots, E_3(\vec{e}_3)$  канонического репера,

связанного с прямой  $p$  комплекса. Вершину  $E_4(\vec{e}_4)$  выберем так, чтобы она вместе с точками  $E_0, E_1, E_2, E_3$  образовала систему вершин автополярного симплекса пространства  ${}^1S_4$ . Этому реперу в  $P_9$  в касательном пространстве к грассманиане в точке  $P$  соответствует репер, определяемый векторами  $\vec{e}_{au}$  ( $a, b = 0, 1;$

$u, v = 2, 3, 4$ ), где  $\vec{e}_{au} = \vec{e}_a \wedge \vec{e}_u$ , то есть  $\vec{e}_{02} = \vec{e}_0 \wedge \vec{e}_2, \vec{e}_{03} = \vec{e}_0 \wedge \vec{e}_3, \dots, \vec{e}_{14} = \vec{e}_1 \wedge \vec{e}_4$ ,  $\wedge$  - символ внешнего дифференцирования.

Построенные реперы являются ортонормированными.

Деривационные формулы этих реперов в пространствах  ${}^1S_4$  и  ${}^4S_9$  соответственно имеют вид

$$d\vec{e}_i = \omega_i^j \vec{e}_j; \quad d\vec{P} = \omega^{au} \vec{e}_{au}, \quad d\vec{e}_{au} = \omega_{au}^{bv} \vec{e}_{bv}$$

© Седаева Л. С., Шабеева А. Ф., 2010