

Список литературы: 1. *Болышакое В. Д., Новак В. Е., Святлик В. С.* Лазер в строительстве. — М.: Знание, 1981. 2. *Грузиное В. В., Навицкое В. Н., Козина В. А.* Лазерные геодезические приборы в строительстве. — М.: Недра, 1977. 3. *Святлик В. С.* Контроль и обеспечение точности при возведении зданий и сооружений. — М.: Стройиздат, 1977.

Статья поступила в редколлегию 28. 03. 83

УДК 525.12

М. М. ФЫС

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОРТОГОНАЛЬНЫХ РАЗЛОЖЕНИЙ — ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ЭЛЛИПСОИДА

Ранее в [1, 2] были рассмотрены некоторые свойства биортogonalных рядов W_{mnk} , Ω_{mnk} внутри эллипсоида \mathcal{E} , в частности, показана возможность разложения функции по этим рядам

$$f = \sum_{m+n+k=0}^{\infty} b_{mnk} W_{mnk} \quad (1)$$

или

$$f = \sum_{m+n+k=0}^{\infty} c_{mnk} \Omega_{mnk} \quad (2)$$

где

$$b_{mnk} = \frac{\int_{\mathcal{E}} f \Omega_{mnk} d\tau}{\int_{\mathcal{E}} \Omega_{mnk} W_{mnk} d\tau} \quad (3)$$

$$c_{mnk} = \frac{\int_{\mathcal{E}} W_{mnk} d\tau}{\int_{\mathcal{E}} \Omega_{mnk} W_{mnk} d\tau} \quad (4)$$

причем

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \int_{\mathcal{E}} \left[f - \sum_{m+n+k=0}^N b_{mnk} W_{mnk} \right]^2 d\tau = 0; \quad (5)$$

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \int_{\mathcal{E}} \left[f - \sum_{m+n+k=0}^N c_{mnk} \Omega_{mnk} \right]^2 d\tau = 0, \quad (6)$$

т. е. для рядов (1), (2) имеет место сходимость в среднем.

114

Рассмотрим потенциал эллипсоида

$$V(Q) = \int_{\mathcal{E}} \frac{\rho(P)}{r(Q, P)} d\tau, \quad P \in \mathcal{E}, Q \in R^3, \quad (7)$$

где δ — распределение плотности масс в \mathcal{E} ; r — расстояние точки Q от P , и учитываем возможность представления δ в виде ряда (1), $\delta 1/r$ в виде (2), где коэффициенты в виде (4) зависят от точки Q .

Так как оба разложения функций δ и $\frac{1}{r}$ сходятся в среднем,

$$\int_{\mathcal{E}} \frac{d\tau}{r^2(Q, P)} \quad \text{ограничен по } Q, \text{ то, используя неравенство Буняковского—Коши и указанные выше свойства, можно установить, что ряд, полученный подстановкой (1), (2) в (7),}$$

$$\sum_{m+n+k=0}^{\infty} c_{mnk}(Q) b_{mnk} \int_{\mathcal{E}} \Omega_{mnk} W_{mnk} d\tau, \quad (8)$$

является равномерно сходящимся по точке Q и представляет непрерывную функцию $V(Q)$.

Таким образом, считая известными b_{mnk} — коэффициенты разложения плотности внутри эллипсоида — можно вычислить и значение потенциала как внутри, так и вне его. Значение внешнего потенциала Земли, трактуемой как неоднородный эллипсоид, в случае учета ее стоксовых постоянных до N -го порядка будет совпадать с разложением геопотенциала, представляемого суммой шаровых функций до N -го порядка.

Результаты расчета внутреннего потенциала по (8) представят его модельное значение, соответствующее, однако, внешнему потенциалу, учитывающему гармоники до N -го порядка.

Для иллюстрации возможности определения модельного значения внутреннего потенциала найдем значение его в центре эллипсоида, используя при этом модель плотности и исходные данные [3]. Результаты вычислений показывают, что учет только первого члена разложения (8) дает

$$V_0(0) = 86252070 \text{ м}^2/\text{с}^2.$$

Удержание в (8) членов до второго порядка дает его уточненное значение

$$V_0(0) = 86247108 \text{ м}^2/\text{с}^2.$$

Вследствие малости коэффициентов высших порядков b_{mnk} и $c_{mnk}(Q) \int_{\mathcal{E}} \Omega_{mnk} W_{mnk} d\tau$ всеми остальными членами (8) можно пренебречь. Поэтому для данной модели можно считать, что значение потенциала в центре эллипсоида

$$V(0) = 86247168 \text{ м}^2/\text{с}^2.$$

Последнее соответствует оценкам, данным в [4].

8*

115

Список литературы: 1. Мещеряков Г. А., Фисс М. М. О биортогональных системах внутри эллипсоида. — В кн.: Теоретические и прикладные проблемы вычислительной математики. М., 1981. 2. Мещеряков Г. А., Фисс М. М. О представлении плотности земных недр рядами по биортогональным системам многоугольников. — В кн.: Теория и методы интерпретации гравиационных и магнитных аномалий. Киев, 1981. 3. Мещеряков Г. А., Дедюка Ю. П. Об эллипсоидальном распределении плотности земных недр. — Геофизический сборник АН УССР, 1978, вып. 86, 4. Мещеряков Г. А. Об оценке некоторых величин, характеризующих внутреннее гравитационное поле Земли. — Геодезия, картография и аэрофотограмметрия, 1973, вып. 17.

Статья поступила в редакцию 20.05.83

УДК 628.32+666.94

Т. Г. ШЕВЧЕНКО

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ОПОРНЫХ РОЛИКОВ НА ТОЧНОСТЬ УСТАНОВКИ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПЕЧИ

Геодезическое обеспечение ремонта вращающейся печи заключается в проверке прямоугольности оси вращения, а также в контроле взаимного расположения деталей и узлов печи. Базовыми поверхностями для измерений служат чаще всего наружные поверхности катания бандажей [2] или опорных роликов [1]. В число исходных данных для контроля входят значения диаметров бандажей и опорных роликов.

Форма поверхностей катания бандажей и роликов, находящаяся в эксплуатации, как правило, отклоняется от круговой цилиндрической. При этом отклонения диаметра от номинального размера в различных местах ролика могут быть соизмеримы с допустимыми отклонениями оси вращения печи от прямолинейности. Поэтому ошибки исходных данных могут оказывать существенное влияние как на точность контрольных измерений, так и на точность установки вращающейся печи. Если форма поверхности катания опорного ролика известна, то соответствующей постановкой измерений можно значительно ослабить влияние этой ошибки.

Исследования [2] показали, что, как правило, от круговой цилиндрической отклоняется форма поверхностей катания тех роликов, оси которых непараллельны оси вращения печи. Причем, установленные таким образом ролики составляют около 70% от общего количества роликов вращающихся печей.

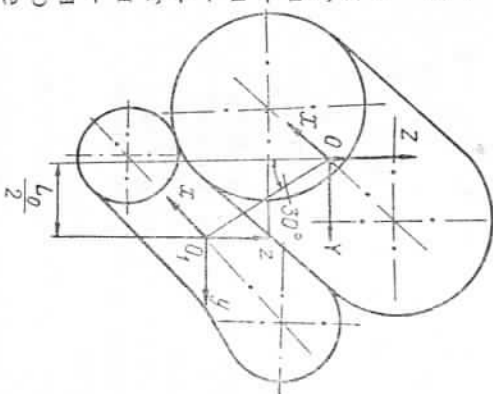
Наиболее благоприятными условиями для долговечной работы пары бандаж-ролик является линейная форма контакта между их поверхностями катания. Если поверхности катания обеих деталей круговые цилиндрические, то линейной формы контакта между ними можно достичь путем установки осей роликов параллельно оси вращения печи. Перекос оси ролика относительно подпунктов вращения печи, задаваемый значениями перемещений подпунктов ролика, ведет к изменению угла наклона оси ролика в проекции

на вертикальную плоскость. Вследствие этого линейный контакт двух цилиндрических тел превращается в точечный. Линейный контакт между двумя телами с перекрещивающимися осями возможен лишь в том случае, когда поверхность одного из них является гиперболоидом вращения. Поскольку диаметр бандажа более чем в 3 раза больше диаметра ролика, а изготовлены они примерно из одинакового материала, то при работе вращающейся печи гиперболоидальную форму приобретает, в значительной степени, опорный ролик. Зависимость для определения размеров опорного ролика гиперболоидальной формы в том случае, когда горловое сечение гиперболоида находится в пределах его длины, получены в [3].

С целью повышения точности контроля и установки вращающейся печи следует определить форму участка гиперболоида, ограниченную габаритными размерами ролика. Положим, что круговой цилиндрический бандаж линейно контактирует с опорным роликом. Причем ось бандажа и ролика являются перекрещивающимися прямыми. Поместим начало 0 системы XYZ в центре бандажа, начало O_1 системы XYZ в центре ролика. Ось O_1X_1 совпадает с осью ролика, а ось O_1Y_1 — горизонтальна (см. рисунок). Координаты точки O_1 в системе XYZ таковы:

$$X = 0; Y = \frac{L_0}{2}; Z = \frac{L_0}{2} \operatorname{ctg} 30^\circ. \quad (1)$$

Схема взаимного расположения деталей опорного узла вращающейся печи.



Пространственный угол разворота оси ролика разложим на его горизонтальную γ_1 и вертикальную φ проекции.

В системе XYZ уравнение наружной цилиндрической поверхности бандажа

$$Y^2 + Z^2 = R_0^2 \quad (2)$$

а уравнения оси ролика

$$Y = \frac{L_0}{2} X \operatorname{tg} \gamma_1; \quad Z = -\frac{L_0}{2} \operatorname{ctg} 30^\circ - \frac{X}{\cos \gamma_1} \operatorname{tg} \psi. \quad (3)$$

Формулы преобразования прямоугольных координат в данном случае запишем так:

$$X = x \cdot \cos \psi \cos \gamma_1 + Y \sin \gamma_1 + Z \sin \psi \cos \gamma_1;$$

$$Y = -x \cdot \cos \psi \sin \gamma_1 + Y \cos \gamma_1 - Z \sin \psi \sin \gamma_1 + \frac{L_0}{2};$$

$$Z = -x \cdot \sin \psi + z \cos \psi - \frac{L_0}{2} \operatorname{ctg} 30^\circ, \quad (4)$$

$$x = X \cdot \cos \psi \cdot \cos \gamma_1 - \left(Y - \frac{L_0}{2} \right) \cos \psi \cdot \sin \gamma_1 \cdot \left(Z + \frac{L_0}{2} \operatorname{ctg} 30^\circ \right) \sin \psi;$$

$$y = X \cdot \sin \gamma_1 + Y \cdot \cos \gamma_1 - \frac{L_0}{2};$$

$$z = X \cdot \sin \psi \cdot \cos \gamma_1 + \left(Y - \frac{L_0}{2} \right) \sin \psi \cdot \sin \gamma_1 + \left(Z + \frac{L_0}{2} \operatorname{ctg} 30^\circ \right) \cos \psi. \quad (5)$$

Подставляя (4) в (2) и (5) в (3), получим уравнения цилиндрической поверхности бандажа и оси ролика соответственно в системе $x/y/z$. Для описания формы поверхности ролика следует обкатать по нему бандаж. Связь неподвижной системы координат $x/y/z$ с подвижной $x'y'z'$ можно выразить через угол поворота бандажа φ_6 в виде

$$x = x'; \quad y = y' \cos \varphi_6 + z' \sin \varphi_6; \quad z = -y' \sin \varphi_6 + z' \cos \varphi_6. \quad (6)$$

При этом уравнение цилиндрической поверхности бандажа будет иметь вид

$$\begin{aligned} & \left[-x' \cos \varphi_6 - \sin \gamma_1 + (y' \cos \varphi_6 + z' \sin \varphi_6) \cos \gamma_1 - \right. \\ & \left. - (y' \sin \varphi_6 + z' \cos \varphi_6) \sin \varphi \sin \gamma_1 + \frac{L_0}{2} \right]^2 + \left[-y' \sin \psi + \right. \\ & \left. + (-y' \sin \psi \cos \varphi_6 - z' \operatorname{ctg} 30^\circ) \right]^2 = R_0^2. \quad (7) \end{aligned}$$

Поскольку образующая ролика является одновременно и об-разующей бандажа, координаты x', y', z' можно заменить на x, y, z . Произведем замену и дифференцируя (7) по φ_6 , получим уравнение линии касания бандажа и ролика. При $\varphi_6 = 0$ оно имеет вид

$$\begin{aligned} & \left(-x \cdot \cos \psi \sin \gamma_1 + y \cos \gamma_1 - z \sin \psi \sin \gamma_1 + \frac{L_0}{2} \right) \times \\ & \times (z \cos \gamma_1 + y \sin \psi \sin \gamma_1) + \\ & + \left(-x \sin \psi + z \cos \psi - \frac{L_0}{2} \operatorname{ctg} 30^\circ \right) y \cdot \cos \psi = 0. \quad (8) \end{aligned}$$

Уравнение той же линии в системе $X/Y/Z$ после преобразований представим как

$$Y^2 + Z^2 = R_0^2,$$

$$\begin{aligned} & Y \left\{ x \operatorname{tg} \psi + \frac{L_0}{2} \left[\operatorname{ctg} 30^\circ \cos \gamma_1 + \operatorname{tg} \psi \sin \gamma_1 (\cos \gamma_1 - 1) \right] + \right. \\ & \left. + Z \left\{ \frac{L_0}{2} [\cos^2 \gamma_1 (\cos \gamma_1 - 1) + 1] - X \sin \gamma_1 \right\} + \right. \\ & \left. + \frac{L_0}{2} (\cos \gamma_1 - 1) \left\{ X \operatorname{tg} \psi + \frac{L_0}{2} [\cos \gamma_1 \cdot \operatorname{ctg} 30^\circ + \right. \right. \\ & \left. \left. + \operatorname{tg} \psi \sin \gamma_1 (\cos \gamma_1 - 1)] \right\} \right\} = 0. \quad (9) \end{aligned}$$

Задавая координатой точки $K(X_K)$ на линии касания можно найти две другие координаты точки $K - Y_K$ и Z_K . Выражение (9) представим в виде

$$Y_K^2 + Z_K^2 = R_0^2; \quad AY_K + BZ_K = C,$$

где

$$\begin{aligned} A &= X \operatorname{tg} \psi + \frac{L_0}{2} [\operatorname{ctg} 30^\circ \cos \gamma_1 \operatorname{tg} \psi \sin \gamma_1 (\cos \gamma_1 - 1)]; \\ B &= \frac{L_0}{2} [\cos^2 \gamma_1 (\cos \gamma_1 - 1) + 1] - X \sin \gamma_1; \\ C &= \frac{L_0}{2} (\cos \gamma_1 - 1) \left\{ X \operatorname{tg} \psi + \right. \\ & \left. + \frac{L_0}{2} [\cos \gamma_1 \cdot \operatorname{ctg} 30^\circ \operatorname{tg} \psi \sin \gamma_1 (\cos \gamma_1 - 1)] \right\}. \quad (10) \end{aligned}$$

Координаты точек Y_K и Z_K линии касания найдем из решения системы уравнений (10)

$$\begin{aligned} Y_K &= \frac{AC + BV\sqrt{R_0^2(A^2 + B^2)} - C^2}{A^2 + B^2}; \\ Z_K &= \frac{BC - AV\sqrt{R_0^2(A^2 + B^2)} - C^2}{A^2 + B^2}. \quad (11) \end{aligned}$$

Форму ролика в системе xuz определим согласно (5). В сечении, перпендикулярном оси O_1x , получаем окружность, причем связь между координатами x_k и y_k выразим равенством

$$y^2 + z^2 = y_k^2 + z_k^2 \quad (12)$$

Принимая во внимание (5) со значениями x_k и y_k , получим уравнения поверхности ролика в системе xuz . При этом уравнения сечения поверхности ролика плоскостью, проходящей через ось вращения ($z=0$), имеют вид

$$y = \sqrt{\left(X_k \sin \gamma_1 + Z_k \cos \gamma_1 - \frac{L_0}{2} \right)^2 + \left[X_k \sin \psi \cos \gamma_1 - \left(Y_k - \frac{L_0}{2} \right) \sin \psi \sin \gamma_1 + \left(Z_k + \frac{L_0}{2} \operatorname{ctg} 30^\circ \right) \cos \psi \right]^2}$$

$$x = X_k \cos \psi \cos \gamma_1 - \left(Y_k - \frac{L_0}{2} \right) \cos \psi \sin \gamma_1 -$$

$$- \left(Z_k + \frac{L_0}{2} \operatorname{ctg} 30^\circ \right) \sin \psi. \quad (13)$$

С целью определения параметров, входящих в (13) и (11), была составлена программа для ЭЦВМ. Анализ полученных данных показал, что более существенное влияние на изменение геометрических параметров поверхности катания опорного ролика оказывает угол ψ . Форма расчетных поверхностей катания близка к нахоющимся в эксплуатации.

С целью повышения точности контроля необходимо проводить измерения диаметров ролика минимум через 200 мм по его длине. Причем за исходные данные для контроля и наладки следует принимать наименьший из диаметров.

Список литературы: 1. Гребенюк В. Г., Савченко А. А., Шевченко Т. Г. К выверке вращающихся элементов печей геологическими методами. — Геодезия, картография и аэрофотограмметрия, 1980, вып. 31, 2. Кузюв Н. В., Миколовский Ю. Н., Шевченко Т. Г. Современные методы контроля установки оборудования. — Львов: Вища школа, 1982. 3. Шевченко Т. Г., Миколовский Ю. Н., Кузюв Н. В. К определению формы опорных роликов вращающейся печи. — В кн.: Доклады и научные сообщения. Львов, 1975, вып. 5.

Статья поступила в редакцию 11.05.83

УДК 528.94:551.5:502.7

А. Н. МОЛЮЧКО

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОЗДАНИЮ КАРТ ОХРАНЫ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ В ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСНЫЕ СХЕМЫ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

В решении проблем регионального природопользования и охраны окружающей среды важная роль отводится разработке территориальных комплексных схем охраны природы (ТерКСОП), научно-методическим и практическим рекомендациям по выявлению пространственно взаимосвязанных природных и социально-экономических особенностей регионов [1, 3, 4, 6]. Существенно возрастает значимость опыта территориального планирования и применения картографического метода исследования для ТерКСОП.

На основании изучения информационно-используемых материалов, находящихся в ведении различных государственных административно-территориальных, отраслевых, плановых, научных, проектных и других органов и учреждений Украины, ССР, исходя из позиций системного подхода и метода моделирования, автором выполнены разработки тематик, содержания и систем показателей для серии карт охраны воздушного бассейна от загрязнения, установлены общие принципы комплексного картографирования для включения этих карт в ТерКСОП различных рангов.

Исследования пространственно-временных масштабов информации проводились по трем направлениям картографирования: источники-загрязнители; качество атмосферного воздуха; мероприятия по охране окружающей среды.

Следует отметить, что методические приемы картографического обеспечения республиканских ТерКСОП ограничены уровнями обобщения имеющихся для этого ранга статистических данных и пригодны для составления серии карт обзорно-справочного типа. Изобразительными средствами для большинства карт этой серии выявляются локализованные диаграммные фигуры, размеры которых пропорциональны показателям картографирования, а структура соответствует комплексу характеристик объекта.