плексного потенциала $W(u)$ в плоскости переменной u и функцию Жуковского [1]

$$\chi(u) = \ln\left(\frac{1}{V_0}\frac{dW}{dz}\right) = r - i\,\theta, \quad r = \ln\left(\frac{V}{V_0}\right), \tag{4}$$

где V - модуль скорости, θ - угол наклона вектора скорости к оси абсцисс, V_0 - значение скорости в точке A. Затем с помощью параметрической зависимости

$$\frac{dz(u)}{du} = \frac{\exp(-\chi(u))}{V_0}\frac{dW}{du}. \tag{5}$$

можно найти все необходимые геометрические характеристики течения, в частности, координаты точек свободной границы.

Функцию $W(u)$ можно определить с помощью конформного отображения [4] области D_u на область изменения комплексного потенциала $W(u)$, которая представляет полосу, полуполосу или прямоугольник в зависимости от наличия электроизолированных участков, линий симметрии. Если область изменения функции $W(u)$ представляет полосу, производная dW/du легко определяется с помощью метода Чаплыгина [1].

Будем искать функцию $\chi(u)$ в виде:

$$\chi(u) = \chi_*(u) + \Omega_1(u) + \Omega_2(u), \tag{6}$$

где $\chi_*(u) = r_*(u) - i\,\theta_*(u)$ - функция Жуковского для фиктивного течения.

Функция $\chi_*(u)$ удовлетворяет на границе области D_u следующим условиям:

$$\theta_*(u) = \theta(u), \qquad u \in L_{1u},$$

$$\theta_*(u) = \delta_1, \qquad u \in L_{2u},$$

$$\theta_*(u) = \theta(u) + \delta_1 - \delta_2, \qquad u \in L_{3u},$$

$$r_*(u) = 0, \qquad u \in L_{4u}$$

и легко находится [1].

Неизвестные функции $\Omega_k(u) = \nu_k(u) + i\varepsilon_k(u), \quad (k = 1,2)$ находятся из решения краевой задачи, полученной при сравнении граничных условий для функций $\chi(u)$ и $\chi_*(u)$. Далее используется методика, предложенная в работе [5].

В качестве примера решены две задачи обработки катодом – инструментом с криволинейным участком границы, в одной из которых катод имеет периодическую структуру.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гуревич М.И. Теория струй идеальной жидкости. - Москва, 1961. – 536 с.

2. Давыдов А.Д., Козак Е. Высокоскоростное электрохимическое формообразование. – Москва: Наука, 1990.- 272 с.

3. Клоков В.В., Костерин А.В., Нужин М.Т. О применении обратных краевых задач в теории электрохимической размерной обработки.// Труды семинара по краевым задачам. Казань: изд-во КазГУ.-1972. - Вып. 9., С. 132-140.

4. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. - Москва: Наука, 1987. - 355 с.

5. Котляр Л.М. Об одном случае струйного течения идеальной жидкости / Котляр Л.М.// Известия вузов. Математика. – 1976.- №2.

СОВЕРШЕНСТВРВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ОТКЛОНЕНИЙ ФОРМЫ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ НАЛИЧИИ НЕДОСТУПНЫХ ТОЧЕК ПО ПЕРИМЕТРУ СЕЧЕНИЯ

Новиков Б.А.
Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет
Комсомольск-на-Амуре, Россия

При изготовлении оболочек вращения осуществляется контроль формы поперечных сечений, как правило, измерением радиус-векторов ***i***-тых точек поверхности. Отклонения формы w_i определяются как

$$w_i = \rho_i - r,$$

где: $\rho_i -$ радиус-векторы, измеренные в i точках по периметру контролируемого сечения; $i = 0 \ldots n-1$, $r -$ номинальный радиус поперечного сечения оболочки.

Отклонения w_i приводятся к одной из принятых баз отсчета [1].

Такой контроль выполняется неоднократно на разных стадиях изготовления оболочек. При насыщении конструкции внутренними элементами некоторые точки становятся недоступными для контроля. В случае использования в качестве базы отсчета отклонений формы средней окружности, в методику расчета [2] необходимо ввести все n значений отклонений. Как правило, значения отклонений в i-тых точках недоступных для контроля получают линейным интерполированием смежных значений:

$$w_i = \frac{w_{i+1} - w_{i-1}}{2}.$$

Такое решение допустимо, если количество точек контроля достаточно большое и значения отклонений на промежутке интерполирования изменяются по линейному закону. Однако, если отклонения в недоступных точках имеют экстремальное значение, то погрешность расчета может быть существенной. Более корректный результат можно получить, если использовать значения отклонений, полученные измерением на более ранних этапах контроля.

Обозначим отклонения формы, измеренные на стадии доступности измерений, через w_i^*. Тогда можно записать:

$$\Delta w_i = w_i^* - \frac{w_{i-1}^* + w_{i+1}^*}{2}, \quad (1)$$

а отклонения в недоступной точке можно определить как:

$$w_i = \frac{w_{i-1} + w_{i+1}}{2} + \Delta w_i. \quad (2)$$

Основная предпосылка, положенная в основу решения, основана на том, что деформации оболочки, получаемые на поздних стадиях изготовления, имеют общий характер и практически не влияют на взаимное расположение близко расположенных точек. Такой подход позволяет получать удовлетворительные результаты и в случае, если недоступных точек две, и они расположены рядом. При этом значения отклонений в пропущенных точках i и $i+1$ определяются по аналогии с формулами (1) и (2):

$$\Delta w_i = w_i^* - \left(w_{i-1}^* + \tfrac{1}{3}\left(w_{i+2}^* - w_{i-1}^*\right)\right); \quad (3)$$

$$\Delta w_{i+1} = w_i^* - \left(w_{i-1}^* + \tfrac{2}{3}\left(w_{i+2}^* - w_{i-1}^*\right)\right); \quad (4)$$

$$w_i = w_{i-1} + \tfrac{1}{3}(w_{i+2} - w_{i-1}) + \Delta w_i; \quad (5)$$

$$w_{i+1} = w_{i-1} + \tfrac{2}{3}(w_{i+2} - w_{i-1}) + \Delta w_{i+1}. \quad (6)$$

Для количественной оценки погрешности методики, основанной на замене значений отклонений в недоступных точках средним смежных значений, были использованы результаты натурных измерений цилиндрических оболочек на двух стадиях изготовления. При этом все точки поперечного сечения были доступны для контроля, а «недоступность» на более поздней стадии создавалась условно.

Результаты численного моделирования показывают, что метод линейного интерполирования существенно влияет не только на значение отклонения в «пропущенной точке», но и на значения в ближайших точках. Величина погрешности при этом соизмерима с допуском на отклонения формы и существенно возрастает при увеличении количества недоступных точек.

Аналогичное моделирование выполнялось и с использованием предложенной методики. При этом рассматривались те же варианты недоступности одной, двух и четырех несмежных точек.

Многократные численные эксперименты подтверждает эффективность предложенной методики.

Необходимо также отметить, что решения (3) – (6) методики позволяют получить достаточно корректные результаты в случае, если недоступны для обмера две смежные точки. Решение нетрудно обобщить и на случай неравномерного расположения точек по периметру. При использовании других баз отсчета отклонений данная методика позволяет дополнить круглограмму, представленную в виде ряда чисел, восстановленными значениями отклонений в «пропущенных точках».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 24642-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения. Взамен ГОСТ10356-63; Введ. 01.07.81.- М.: Издательство стандартов, 1990. – 68 с.

2. Свид-во об офиц. регистрации программы для ЭВМ. № 2002610926 «Krug-1» / Б.А. Новиков (RU). – № 2001611517; Заяв. 5.11.01; Опубл. 26.12.01, ОБ Роспатента “Программы для ЭВМ, базы данных, топологии интегральных микросхем” №1-2002.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖНОСТИ НАИМЕНЬШИХ ОТКЛОНЕНИЙ.

Новиков Б.А.

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, Комсомольск-на-Амуре, Россия

Контроль формы цилиндрических конструкций, в том числе и крупногабаритных оболочек, является необходимой технологической операцией при их изготовлении. Отклонения формы поперечных сечений измеряются относительно произвольного центра, как правило, с записью круглограммы, а затем приводятся к одной из баз отсчета.

Возможными базами отсчета являются прилегающие окружности, средняя окружность и окружность наименьших отклонений, т.е. такая окружность, относительно которой максимальные отклонения принимают минимальное значение [1].

Только для средней окружности разработан корректный алгоритм расчета отклонений формы.

Здесь рассматривается методика расчетного определения отклонений формы относительно окружности наименьших отклонений или минимальной кольцевой зоны. Эта методика основана на использовании физико-математического моделирования.

Суть физической модели определения минимальной кольцевой зоны можно представить следующим образом. Допустим, круглограмма выполнена из проволоки (бесконечно малой толщины) и этот проволочный контур помещается между двумя коническими поверхностями, которые могут скользить относительно общей оси.

Очевидно, что взаимное расположение конических поверхностей при их сближении конечно, и это предельное положение на уровне контролируемого профиля определит минимальную кольцевую зону.

Математическая модель этого физического процесса может быть представлена следующим образом. При соприкосновении контура с внешней конусной поверхностью двумя точками с экстремальными отклонениями (локальными максимумами) контур будет перемещаться по нормали к середине хорды, соединяющей эти экстремальные точки. При касании также двумя экстремальными точками (локальными минимумами) с поверхностью внутреннего конуса контур будет перемещаться по нормали к середине хорды соединяющей точки локальных минимумов. Точка пересечения этих нормалей даст предельное положение контура и определит координаты центра окружности наименьших отклонений и ее радиус.

Таким образом, предложенный метод физико-математического моделирования позволил решить непростую задачу равномерного приближения. Решение имеет прикладное значение, так как окружность наименьших отклонений используется в практике кораблестроения США для оценки точности изготовления прочных корпусов подводных лодок.

Автором создан математический алгоритм этого физического процесса и программа его реализации.[2]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 24642-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Допуски формы и расположения поверхностей. Основные термины и определения. Взамен ГОСТ10356-63; Введ. 01.07.81.- М.: Издательство стандартов, 1990. – 68 с.

2. Свид-во об офиц. регистрации программы для ЭВМ. № 2002611356 «Krug-4» / Б.А. Новиков (RU). – № 2002611043; Заяв. 10.06.02; Опубл. 8.08.02, ОБ Роспатента “Программы для ЭВМ, базы данных, топологии интегральных микросхем” № 4-2002.- стр.162-163.