

С.С. АРУТЮНЯН,

О.С. АРУТЮНЯН

БАЗИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ОБУВИ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СБОРКЕ

Описывается метод расчета оптимального положения фиксирующих точек на контуре деталей обуви при автоматическом базировании и минимального угла поворота детали на позиции сборки, который применен на конкретном примере.

Ключевые слова: низ обуви, базирование деталей, присоединительная деталь, автоматизированная сборка, контурная рамка, фиксирующая точка.

Перед сборкой детали должны быть зафиксированы в требуемом устойчивом положении так, чтобы контуры сопрягаемых поверхностей или зоны сопряжения располагались относительно друг друга в пределах установленного допуска. При базировании добиваются полного контакта соответствующих поверхностей рабочих зон или отдельно установленных приспособлений. Условия для обеспечения такого контакта могут быть различными, но для сохранения занимаемого положения объект необходимо зафиксировать, чтобы возмущающее воздействие среды не могло нарушать требуемой точности его установки [1].

Детали обуви из-за специфических особенностей конструкции могут базироваться с помощью контурных рамок или магазинов, подвижных и неподвижных упоров (рис. 1). Точность базирования деталей с помощью контурных рамок характеризуется величиной зазора Δ_d , определяемой разностью максимального и минимального контуров деталей.

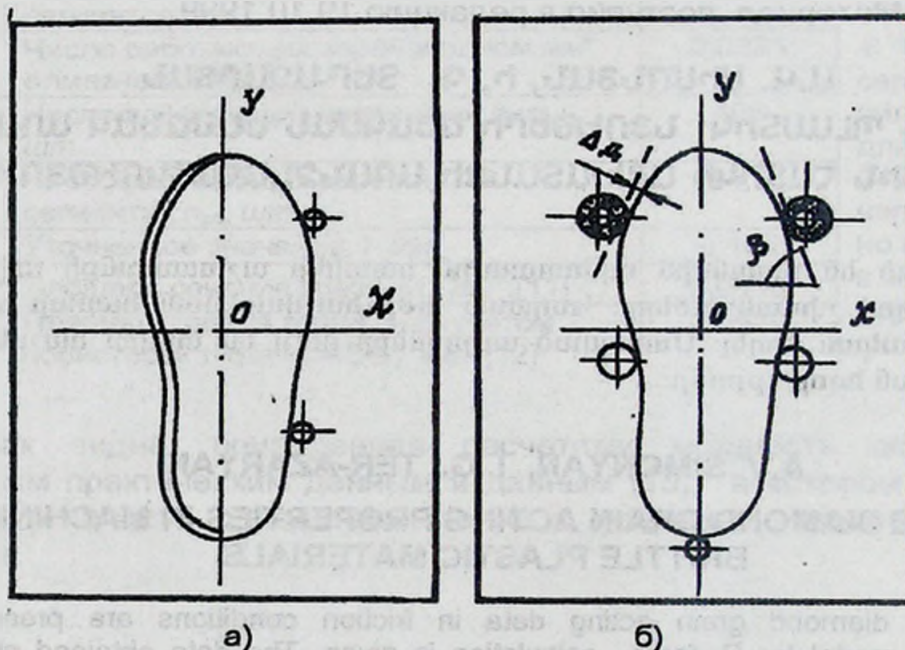


Рис. 1. Базирование деталей низа обуви ограничивающими поверхностями или жесткими упорами (а), жесткими и упругими упорами (б)

Базирование деталей с помощью жестких и подвижных рамок, обладающих упругими свойствами упоров, позволяет свести погрешность базирования к нулю. Погрешности изготовления деталей в этом случае будут компенсироваться упругой деформацией подвижных упоров. Рациональным выбором количества фиксирующих точек опорных штырей и оптимальным расположением их на контуре детали можно частично компенсировать погрешность базирования. Выбор оптимального положения фиксирующих точек сводится к минимизации отклонения осей ориентируемой детали от номинального положения, т.е. минимизации угла перекося детали при ее установке и ориентации.

В работе приводится возможный вариант расчета оптимального положения фиксирующих точек на контуре детали.

Выберем на плоскости неподвижную систему координат XOY (рис. 2). С деталью жестко свяжем систему $X'O'Y'$. Предположим, что в момент выбора положения фиксирующих точек обе системы координат совпадают и их начало находится в условном центре детали, который определяется как пересечение геометрических осей прямоугольника, образованного касательными к контуру детали. Места фиксирующих точек контура детали обозначим через $S_i(X_i, Y_i)$ ($i = 1, \dots, m$), где X_i, Y_i - координаты этих точек в системе XOY .

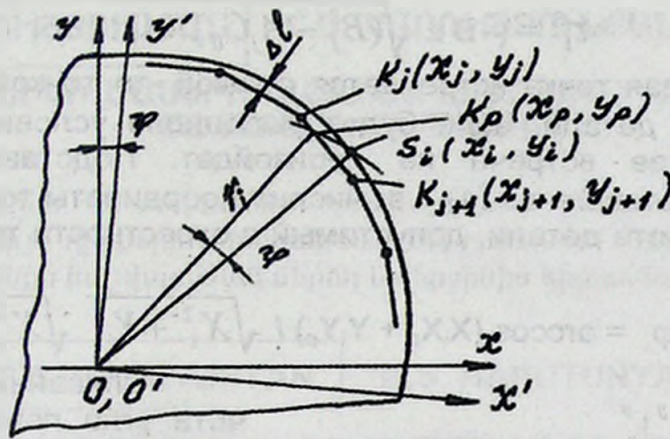


Рис. 2. Определение угла поворота детали в фиксирующей точке S_i

Предположим, что при этом использована деталь с максимально допустимой погрешностью ее изготовления $\Delta_d = 1$ мм. Контур этой детали аппроксимируем ломаной линией с определенной точностью ε , где $\varepsilon \leq 0,1$ мм. Тогда его можно описать последовательностью точек $K_j(X_j, Y_j)$ ($j = 1, \dots, n$), координаты которых вычислены в системе XOY . Так как система координат $X'O'Y'$ жестко связана с деталью, то угол поворота последней может быть углом поворота системы XOY . При расчете возможного угла поворота детали должно выполняться следующее условие: ни одна из фиксирующих точек $S_i(X_i, Y_i)$ ($i = 1, \dots, m$) не может стать внутренней точкой детали. Следует также отметить, что из-за малого значения Δ_d при повороте системы XOY возможна встреча с фиксирующими точками только отрезков ломаной, которые расположены

вблизи этих точек. Поэтому для исследования выбираем отрезки, расположенные в окрестностях фиксирующих точек.

Запишем уравнение j -го звена линии $K_j K_{j+1}$ в параметрическом виде:

$$\begin{aligned} X &= X_j + (X_{j+1} - X_j) \tau_j, \\ Y &= Y_j + (Y_{j+1} - Y_j) \tau_j, \quad 0 \leq \tau_j \leq 1, \end{aligned} \quad (1)$$

где $X_j, Y_j, X_{j+1}, Y_{j+1}$ — координаты концов j -го звена отрезка.

Тогда условие встречи j -го звена отрезка с i -й фиксирующей точкой запишем в виде

$$[X_j + (X_{j+1} - X_j) \tau_j]^2 + [Y_j + (Y_{j+1} - Y_j) \tau_j]^2 = r_j^2, \quad (2)$$

где r_j — радиус окружности, по которой точка S_i движется навстречу j -му отрезку контура при повороте детали.

Преобразуем выражение (2):

$$A_j \tau_j^2 + 2B_j \tau_j + C_{ij} = 0, \quad (3)$$

где

$$\begin{aligned} A_j &= (X_{j+1} - X_j)^2 + (Y_{j+1} - Y_j)^2, \\ B_j &= (X_{j+1} - X_j)^2 X_j + (Y_{j+1} - Y_j)^2 Y_j, \\ C_{ij} &= X_i^2 + Y_i^2 - (X_j^2 + Y_j^2). \end{aligned}$$

Тогда значение параметра, соответствующее точке встречи, определим из (3)

$$\tau_j^s = (-B \pm \sqrt{(B_j^2 - A_j C_{ij})}) / A_j.$$

Фиксирующая точка встречается с какой-то точкой исследуемого отрезка контура детали, если будет выполнено условие $0 \leq \tau \leq 1$. В противном случае встреча не произойдет. Подставим найденное значение τ в соотношение (1) и вычислим координаты точки встречи K_p . Тогда угол поворота детали, допустимый в окрестности точки S_i , найдем из соотношения

$$\varphi_i = \arccos (X_i X_p + Y_i Y_p) / \sqrt{X_i^2 + Y_i^2} \sqrt{X_p^2 + Y_p^2}. \quad (4)$$

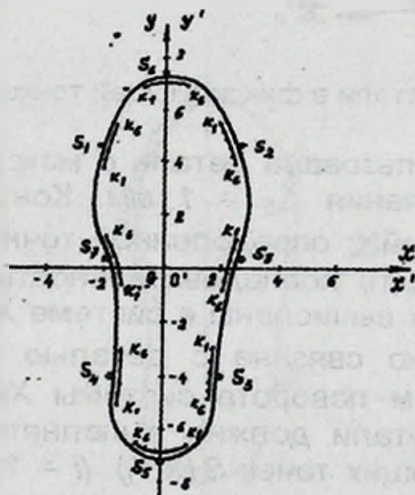


Рис. 3. Определение угла поворота детали (подшвы мужского полуботинка) в фиксирующих точках $S_i, i = 1, 2, \dots, 8$

Описанный способ расчета угла поворота реализован в виде программы на языке "QBASIC" на ЭВМ. Вышеизложенный расчет реализован на примере подошвы мужского полуботинка (рис.3). Установлено, что на величину угла поворота детали существенно влияет выбор условного центра. Результаты вычисления угла поворота φ по (4) для каждой фиксированной точки $S_i (i = 1, 2, \dots, 8)$ показали, что расположение фиксирующих точек определено влияет на величину угла поворота, которая колеб-

пется в пределах $0,2 \dots 0,5^\circ$.

При выборе оптимального варианта обязательно наличие тех точек, угол поворота которых минимален, так как они являются определяющими.

Предложенная методика вычисления минимального угла поворота детали позволила определить оптимальное расположение фиксирующих точек на контуре детали различных конфигураций и их количество, обеспечивающее высокую точность установки как базовой, так и присоединительной детали на позиции сборки. Результаты исследований использованы при проектировании манипуляторов для базирования деталей низа при автоматизированной сборке обуви.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арутюнян С.С., Тонковид Л.А. Исследование процесса базирования обработанных подошв // Изв. вузов СССР. Технология легкой промышленности. -1978. - № 3 - С. 153-157.

Гюмрийский образовательный комплекс ГИУА. Материал поступил в редакцию 02.10.1998.

Ս.Ս.ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ, Հ.Ս. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

ԿՈՇԻԿԻ ՄԱՍԵՐԻ ԲԱԶԱՎՈՐՈՒՄԸ ԱՎՏՈՄԱՏԱԹՎԱՆ ՀԱՎԱԶՄԱՆ ԴԵՊՐԵՆՄ

Նկարագրված են ավտոմատ բազավորման դեպքում կոշիկի մասերի սևեռման լավագույն դիրքերի և հավաքման տեղամասում մասի շեղման անկյան նվազագույն արժեքի հաշվարկման մեթոդ և վերջինիս կիրառման օրինակ:

S.S. HARUTUNYAN, H.S. HARUTUNYAN

SHOE PIECE BASING IN COMPUTER-AIDED ASSEMBLY

An optimal position calculation method for fixed points on the shoe piece contour is described. It is accomplished with computer-aided basing and minimum piece slew angle when assembling, shown on a concrete example.