

УДК 685.31.65.011

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ВОЗМОЖНОСТИ ФРИКЦИОННО-ТРАНСПОРТНО-ОРИЕНТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА (ФТОУ) ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КОНТУРНОЙ ОБРАБОТКИ

¹Баубеков С.Д., ¹Баубеков С.С., ²Таукебаева К.С.

¹Таразский инновационно-гуманитарный университет, Тараз, e-mail: tigu_kz@mail.ru;

²Филиал акционерного общества «Национальный центр повышения квалификации "ОРЛЕУ"» «Институт повышения квалификации педагогических работников по Жамбылской области» МОН РК, Тараз, e-mail: ins_pk@mail.ru

Работа относится к машиностроению и посвящена автоматизации контурной обработки деталей изделия легкой промышленности. Авторы предлагают новый способ контурной обработки деталей изделия легкой промышленности и устройства для его реализации, где в процессе выполнения контурной обработки различной кривизны устройство автоматически самонастраивается на изменения кривизны контура и обеспечивает выполнение эквидистантной строчки за счет ФТОУ. Отличительными особенностями этого устройства являются: простота конструкции, надежность работы и обеспечение высокой точности выполнения контурной обработки, а также технологическая гибкость. Целью исследования является изучение технологических возможностей ФТОУ при контурной обработке. В работе приведены результаты исследования технологической возможности ФТОУ и пути их расширения.

Ключевые слова: машиностроение, автоматизация контурной обработки, легкая промышленность, эквидистантность строчки, процесс ориентации, устройство и способ обработки, швейная машина

CERTAIN TECHNOLOGICAL FRICTIONALLY – TRANSPORTATION ORIENTING DEVICE (FTOD) TO AUTOMATE CONTOURING

¹Baubekov S.D., ¹Baubekov S.S., ²Taukebaeva K.S.

¹Taraz innovative-humanities university, Taraz, e-mail: tigu_kz@mail.ru;

²Branch of Joint-stock Company the «National center of in-plant training «ORLEU» «Institute of in-plant training pedagogical workers on Zhambylskoy of area», Taraz, e-mail: ins_pk@mail.ru

The work relates to mechanical engineering and is dedicated to automate the contour machining products of light industry. The author proposes a new way to contour machining light industry products and devices for its implementation, which in the implementation of different curvature contouring device automatically configures itself to the curvature of the path changes and enforce the equidistant line, due FTOD. Distinctive features of this device is simple structure, reliable operation and high precision contouring performance and process flexibility. The study aims to explore the technological possibilities FTOD when contouring. The results of the research of technological possibilities and ways of FTOD expansion.

Keywords: engineering, automation contouring, light industry, equidistance line, the orientation process, apparatus and method for processing, sewing machine

Работа относится к машиностроению и посвящена автоматизации контурной обработки деталей изделия легкой промышленности.

Целью исследования является изучение технологических возможностей ФТОУ при контурной обработке. В работе приведены результаты исследования технологической возможности ФТОУ и пути их расширения.

Основные пути высокоэффективной технологии и средств, выполняющих эту технологию – создание автоматизированной машины – направлены на повышение производительности за счет ускорения скоростных режимов выполнения контурных строчек с использованием программных устройств. Разработанные к настоящему времени устройства для реализации указанных операций разнообразны по используе-

мым рабочим органам и характеру движения деталей. Однако они далеко не всегда обладают требуемой технологической гибкостью, часто сложны по конструкции и в обслуживании и, как правило, имеют большую стоимость.

Известно, что доля ручного труда при выполнении технологических операций по производству изделия легкой промышленности ещё велика. В основном сборка заготовок изделия легкой промышленности, в том числе обувного, швейного, кожгалантерейного и мехового производства осуществляется на машинах общего назначения, где ориентация края деталей относительно иглы осуществляется вручную. Зачастую эти обстоятельства затрудняют повышение производительности и качества труда.

В связи с этим создание простого по конструкции, надежного в эксплуатации и технологически гибкого средства является наиболее экономичным путем решения задачи автоматизации сборки изделия.

Нами предлагается автоматизированная швейная машина (АШМ), основанная на том, что контур является программой для работы машины [1–4], а не наоборот, как у известных аналогов, где программа является основой для выполнения операции. Данный способ и АШМ аналогов не имеют. АШМ за счет ФТОУ, в зависимости от величины и знака обрабатываемого контура, автоматически перемещает деталь с поворотом по часовой, против часовой стрелки или прямолинейно.

Задача состоит в том, что необходимо выбрать параметры ФТОУ так, чтобы обеспечить выполнение технологических требований, как обработка минимальных кривизны контуров и качества выполнения контурной строчки.

Технологические возможности рассматриваемого способа ориентации детали определяются, очевидно, минимальным радиусом (ρ_{\min}) ее кривизны [5]. Исходя из того, что координаты т. $A_1(X_1, X_2)$ центра упора задаются необходимым расстоянием строчки от края ($l = 1,0\text{--}1,5$ мм) детали (рисунков, а). Отметим также, что контур любой формы может быть с достаточной для практических целей точностью представлен в виде отрезков дуг окружностей и прямых. Процесс обработки прямолинейной части контура интереса не имеет, поэтому ниже рассмотрим участок контура, представляющий собой часть круга (рисунок) [6–8].

Рассмотрим случай «выпуклой» кривизны. Пусть ось ОУ (рисунок) совпадает с линией ($k-k$), проведенной параллельно оси роликов в точке (С) соприкосновения их с деталью, а ось ОХ – параллельна направлению перемещения иглы B_1B_2 . Координаты точки $B_0(X_{B_0}; 0)$ начала прокола иглой материала также задаются из технологических требований, а именно величины шага стежка. Координаты точки $C(X_c, Y_c)$ задаются произвольно.

Составим уравнение окружности ($a-a$) с центром $O(-X_0, Y_0)$, радиусом ($\rho + r$), проходящей через т.т. A_1 и A_2 (рисунок, а):

$$(y')^2 + (x')^2 = (\rho + r)^2;$$

$$x' = x + x_0; \quad y' = y - y_0;$$

$$(x + x_0)^2 + (y - y_0)^2 = (\rho + r)^2.$$

Учитывая, что упор имеет радиус r , запишем уравнение окружности радиуса ($\rho + r$), проходящей через точку A_1 ,

с центром в точке O , относительно координат XOY :

$$(x_1 + x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2 = (\rho + r)^2. \quad (1)$$

Уравнение той же окружности, учитывая, что она проходит и через точку A_2 , можно записать в виде

$$(x_2 + x_0)^2 + (y_2 - y_0)^2 = (\rho + r)^2. \quad (2)$$

Отметим, что здесь мы используем обращенный метод перемещения детали, поэтому точка A_2 представляет собой новый центр упора после окончания ориентирования детали.

Через точку B_0 из того же центра O можно провести окружность ($b-b$) радиусом ($\rho - l$). Ее уравнение

$$(x_{B_0} + x_0)^2 + y_0^2 = (\rho - l)^2. \quad (3)$$

Используя систему уравнений (1), (2) и (3), приходим к уравнению

$$X_0^2 + 2X_0 \frac{D_1}{D_2} - \frac{D}{D_2} = 0;$$

корень которого, соответствующий минимальному радиусу кривизны контура, определяется как

$$X_0 = \frac{-D_1}{D_2} - \sqrt{\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 + \frac{D}{D_2}}. \quad (4)$$

Подставив полученное выражение в (3), получим значение:

$$y_0 = \frac{B_1 - 2(x_1 - x_2) \left(-\frac{D_1}{D_2} - \sqrt{\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 + \frac{D}{D_2}} \right)}{B_3}; \quad (5)$$

$$D = C_2^2 - 2C_2l + l^2 - x_{B_0}^2 - \left(\frac{B_1}{B_3}\right)^2;$$

$$D_1 = x_{B_0} - \frac{B_1}{B_3} B_5 + C_1 C_2 - C_1 l;$$

$$D_2 = 1 + B_5^2 - C_1;$$

$$C_1 = \frac{4y_1(x_1 - x_2) - 2B_3(x_1 - x_{B_0})}{B_4 B_3};$$

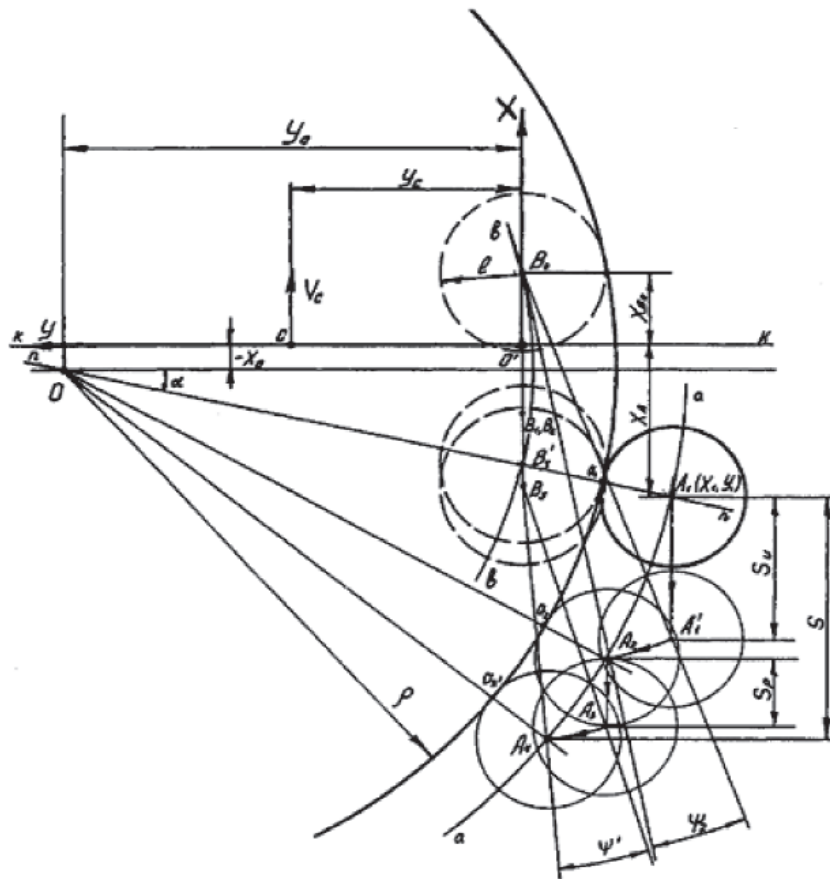
$$C_2 = \frac{B_2}{B_4} + \frac{2B_1 y_1}{B_4 B_3};$$

$$B_1 = (x_2^2 - x_1^2) + (y_2^2 - y_1^2);$$

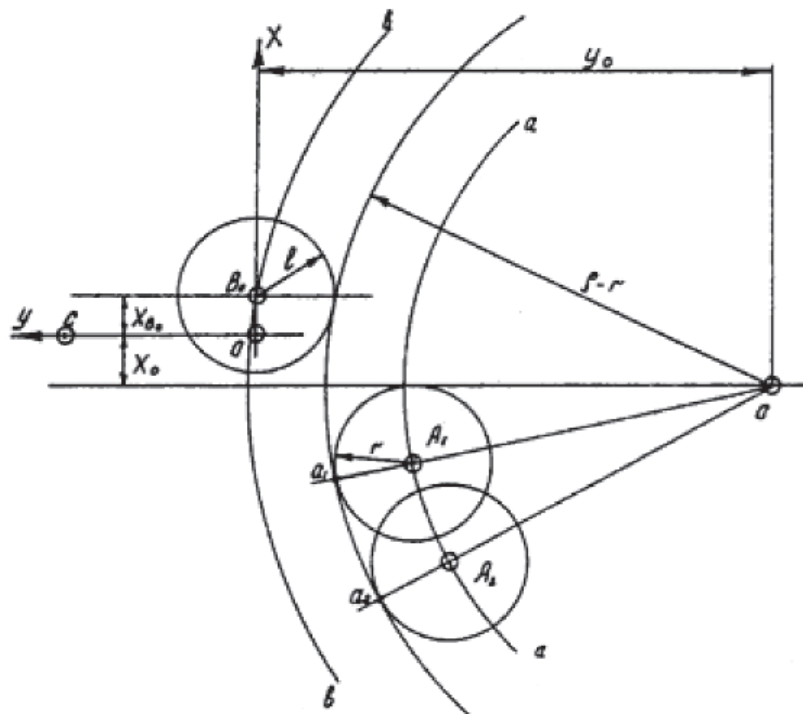
$$B_2 = (r^2 - x_1^2 - y_1^2 - l^2 + x_{B_0}^2);$$

$$B_3 = 2(y_2 - y_1); \quad B_4 = 2(r + l);$$

$$B_5 = \frac{2(x_1 - x_2)}{B_3}.$$



а



б

Процесс перемещения:
 а – детали; б – «вогнутого» контура

Таким образом, мы получили координаты центра окружности минимального радиуса для «выпуклой» кривизны. Тогда величина радиуса этой окружности определяется как

$$\rho = \frac{B_2 + 2y_1y_0 - 2(x_1 - x_{B_0})x_0}{B_4}. \quad (6)$$

После элементарных преобразований с учетом (5) и (6) окончательно получаем минимально допустимое значение радиуса «выпуклой» кривизны контура детали, при которой предлагаемый способ ориентации будет реализован (рисунок, а):

$$\rho_{\min} = C_2 - C_1 \left(-\frac{D_1}{D_2} - \sqrt{\left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 + \frac{D}{D_2}} \right). \quad (7)$$

Для случая «вогнутой» кривизны ход рассуждений аналогичен, поэтому выкладки опустим. Соотношения, определяющие координаты геометрического центра детали в данном случае, имеют вид (рисунок, б):

$$X'_0 = -\frac{D'_1}{D'_2} - \sqrt{\left(\frac{D'_1}{D'_2}\right)^2 + \frac{D'}{D'_2}}; \quad (4')$$

$$y'_0 = \frac{B'_1 - 2 \left(-\frac{D'_1}{D'_2} - \sqrt{\left(\frac{D'_1}{D'_2}\right)^2 + \frac{D'}{D'_2}} \right) (x_2 - x_1)}{B'_3}. \quad (5')$$

Тогда минимальное значение радиуса «вогнутой» кривизны определяется соотношением

$$\rho_{\min} = \left(-\frac{D'_1}{D'_2} - \sqrt{\left(\frac{D'_1}{D'_2}\right)^2 + \frac{D'}{D'_2}} \right) C'_1 - C'_2; \quad (7')$$

$$D' = C_2'^2 - 2C_2'l + l^2 - x_{B_0}^2 - \left(\frac{B'_1}{B'_3}\right)^2;$$

$$D'_1 = -x_0 - \frac{B'_1}{B'_2} B'_5 + C'_1 C'_2 - C'_1 l;$$

$$D'_2 = 1 + B'_5 - C'_1;$$

$$C'_1 = \frac{2(x_{B_0} - x_1)}{B'_4} + \frac{4(x_2 - x_1)y_1}{B'_3 B'_4};$$

$$C'_2 = \frac{B'_2}{B_4} + \frac{2B'_1 y_1}{B'_4 B'_3};$$

$$B'_1 = (x_2^2 - x_1^2) + (y_2^2 - y_1^2);$$

$$B'_2 = r^2 - x_1^2 - y_1^2 - l^2 + x_{B_0}^2;$$

$$B'_3 = 2(y_2 - y_1);$$

$$B'_4 = -2(r + l);$$

$$B'_5 = \frac{2(x_2 - x_1)}{B'_3}.$$

Получены аналитические зависимости (7) и (7'), определяющие значения минимальной кривизны перечисленных контуров, в зависимости от координаты расположения упора, расстояния расположения строчки от края детали, величины шага стежка, места расположения роликов, начала прокола иглой материала и радиусом упора.

Выводы

Полученные аналитические зависимости позволяют определить технологические возможности автоматизированной швейной машины, реализующих предлагаемый способ ориентирования детали. Расчет по этим зависимостям показывает, что минимальный радиус контура детали составляет 7 и 5 мм соответственно для «выпуклой» и «вогнутой» кривизны при расстоянии строчки от края не менее 1,2 мм, что вполне устраивает технологические требования к выполнению краевых строчек на изделиях легкой промышленности. Итак, при правильном выборе параметров вновь созданного ФТОУ модернизируемая швейная машина может быть применена для автоматизированного выполнения контурных строчек.

Список литературы

1. Баубеков С.Д., Баубеков С.С., Таукебаева К.С. Способ формирования объемной формы обуви при автоматизированной сборке деталей // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 5. – С. 106–109.
2. Баубеков С.Д., Таукебаева К.С., Казахбаев С.З., Баубеков С.С., Талипов А.Ж. Патент РК № 23216 от 15.11.2010. Способ контурной обработки и получения формы заготовок обуви и устройство для его реализации. НПВ РК., опубл. от 27.04.2010, г. Алматы. Бюл. № 12. – 4 с: ил.
3. Баубеков С.Д., Таукебаева К.С., Казахбаев С.З., Баубеков С.С., Талипов А.Ж. Патент РК № 23217 от 15.11.2010. Устройство для автоматизированной контурной обработки деталей при шитье. НПВ РК., опубл. от 27.04.2010, г. Алматы. Бюл. № 12. – 4 с: ил.

4. Баубеков С.Д., Таукебаева К.С., Казахбаев С.З., Баубеков С.С., Талипов А.Ж. Патент РК № 27813 от 19.12.2013. Устройство для автоматизированной контурной обработки детали при шитье // НПВ РК Патент РК № 27813 от 19.12.2013. – Астана: Бюл. № 12. – 4 с: ил

5. Баубеков С.Д. Моделирование фрикционно-транспортно-ориентирующих устройств (ФТОУ) для автоматизированной контурной обработки деталей: монография. – Тараз: Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, 2004. – 282 с.

6. Баубеков С.Д. Проектирование инновационного оборудования швейной промышленности: учебник. – Тараз: Типография ИП «Бейсенбекова А.Ж.», 2015. – 240 с

7. Баубеков С.Д., Таукебаева К.С., Кайранбеков Г.Д. Моделирование процесса ориентирования деталей при их автоматизированной контурной обработке // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 12. – С. 7–11.

8. Баубеков С.Д., Таукебаева К.С., Таукебаева Т.Ж. Innovative methods for designing automated machines // Наука и технологии: шаг в будущее. Т. 35, 2012, 27.02.-05.03.2012, статье присвоен регистрационный номер 103344:.....2012, С. 43-46. www.rusnauka.com/cgi-bin/address_add/address_add_1.cgi?idw=250558975&id=1033.

References

1. Baubekov S.D., Baubekov S.S., Taukebaeva K.S. Sposob formirovaniya obemnoj formy obuvi pri avtomatizirovannoj sborkidetalej // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. no. 5, 2013. pp. 106–109.

2. Baubekov S.D., Taukebaeva K.S., Kazahbaev S.Z., Baubekov S.S., Talipov A.Zh. Patent RK no. 23216 от

15.11.2010. Sposob konturnoj obrabotki i poluchenija formy zagotovok obuvi i ustrojstvo dlja ego realizacii. NPV RK., opubl. ot 27.04.2010, g.Almaty. Bjuleten. no. 12. 4 s: il.

3. Baubekov S.D., Taukebaeva K.S., Kazahbaev S.Z., Baubekov S.S., Talipov A.Zh. Patent RK no. 23217 от 15.11.2010. Ustrojstvo dlja avtomatizirovannoj konturnoj obrabotki detalij pri shite // NPV RK Patent RK no. 27813 от 19.12.2013. Astana: Bjuleten. no. 12. 4 p: il.

4. Baubekov S.D., Taukebaeva K.S., Kazahbaev S.Z., Baubekov S.S., Talipov A.Zh. Patent RK no. 27813 от 19.12.2013. Ustrojstvo dlja avtomatizirovannoj konturnoj obrabotki detalij pri shite // NPV RK Patent RK no. 27813 от 19.12.2013. Astana: Bjuleten. no. 12. 4 p.

5. Baubekov S.D. Modelirovanie frikcionno-transportno-orientirujushhijh ustrojstv (FTOU) dlja avtomatizirovannoj konturnoj obrabotki detalij. Monografija. -Taraз: Tarazski jgosudarstvennyj universitetim. M.H.Dulati, 2004, 282 p.

6. Baubekov S.D. Proektirovanie innovacionnogo oborudovaniya shvejnoj promyshlennosti. Uchebnik. Taraz: Tipografija IP «Bejsenbekova A.Zh.», 2015. 240 p.

7. Baubekov S.D., Taukebaeva K.S., Kajranbekov G.D. Modelirovanie processa orientirovaniya detalij pri ih avtomatizirovannoj konturnoj obrabotke. M.: RAE, zhurnal Sovremennye naukoemkie tehnologii no. 12, 2013, pp. 7–11.

8. Baubekov S.D., Taukebaeva K.S., Taukebaeva T.Zh. Innovative methods for designing automated machines // Nauka i obrazovanie, opublikovana v sbornike Nauka i tehnologii: shag v budushhee nomer toma 35, 2012, 27.02.-05.03.2012, state prisvoen registracionnyj nomer 103344:.....2012, pp. 43–46. www.rusnauka.com/cgi-bin/address_add/address_add_1.cgi?idw=250558975&id=1033.