

УДК 685.31: 65.011

## ДИНАМИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КОНТУРНОЙ ОКАНТОВКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗДЕЛИЯ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Таукебаева К.С.

*Таразский инновационно-гуманитарный университет, МОН РК, Тараз, e-mail: tigu\_kz@mail.ru*

Работа относится к машиностроению и посвящена динамическому анализу автоматизаций контурной обработки деталей изделия легкой промышленности. Автор предлагает новый способ контурной окантовки срезов деталей изделия легкой промышленности устройства для его реализаций, где без дополнительной переналадки конструкции машин можно выполнять контурные окантовки различной кривизны, так как контур является программой для работы АОМ550. Отличительными особенностями этого устройства является простота конструкции, надежность работы и обеспечение высокой точности выполнения технологической операции, а также технологическая гибкость. Целью динамического анализа является разработка математической модели силовых характеристик рабочих инструментов автоматизированной окантовочной машины (АОМ550), возникающих в процессе ориентирования и перемещения детали, с тем, чтобы обеспечивать эквидистантность строчки, равномерность длины шага стежка. В работе приведены результаты исследования технологической возможности (АОМ550) и пути их расширения.

**Ключевые слова:** машиностроение, автоматизация контурных операций, окантовка срезов деталей, легкая промышленность, эквидистантность строчки, динамика процесса, устройство, способ обработки, машина

## DYNAMICS OF THE AUTOMATED PLANIMETRIC FRINGING OF DETAILS OF THE PRODUCT OF LIGHT INDUSTRY

Taukebayeva K.S.

*Tarazsky innovative humanities university, Ministry of Education and Science  
of the Republic of Kazakhstan, Taraz, e-mail: tigu\_kz@mail.ru*

Work belongs to mechanical engineering and is devoted for avtomatization of planimetric processing of details of a product of light industry. The author offers a new way of a planimetric fringing of cuts of details of a product of light industry and the device for its realization where without additional readjustment of a design of cars it is possible to carry out planimetric fringings of various curvature as the contour is the program for АОМ550 work. Distinctive features of this device is simplicity of a design, reliability of work and ensuring high precision of performance of technological operation, and also technological flexibility. The purpose of the dynamic analysis is development of mathematical model of power characteristics of working tools of the automated edging car (АОМ550) arising in the course of orientation and movement of a detail to provide a line ekvidistantnost, uniformity of length of a step of a stitch. Results of research of a technological capability (АОМ550) and way of their expansion are given in work.

**Keywords:** engineer, automation contour operations, mount of cuts of details, light industry, equidistance lines, dynamics of process, device, method of treatment, machine

Работа относится к машиностроению и посвящена динамическому анализу автоматизаций контурной обработки деталей изделия легкой промышленности. Автор предлагает новый способ и устройства для его реализаций [1]. В работе предлагается АОМ550 для автоматизации процесса контурной окантовки деталей изделий ЛПИ.

Отличительными особенностями этого устройства является простота конструкции, надежность работы и обеспечение высокой точности выполнения технологической операции, а также технологическая гибкость, то есть без дополнительной переналадки конструкции машин можно выполнять контурные окантовки различной кривизны, так как контур является программой для работы АОМ550.

Что касается разработанных к настоящему времени устройств ориентации можно отметить, что основными из используемых в них способов ориентации обрабатываемых деталей являются:

– поступательное перемещение, включая перемещение по двум координатам;

– вращение относительно неподвижной оси;

– вращение относительно подвижной оси.

Наиболее распространенным способом ориентации детали относительно рабочих органов машины является ее поворот вокруг мгновенного центра вращения (МЦВ), который реализуется в двух вариантах:

– лежащих вне зоны взаимодействия рабочего инструмента с деталью;

– лежащих в зоне взаимодействия.

Данный способ представляется нам наиболее перспективным, тем более, что в ряде случаев, он позволяет устройству ориентации обойтись без системы управления, эти преимущества, обусловленные данным обстоятельством, сомнений не вызывают.

На рис. 1 приведена структурная схема устройства, предложенного автором; на рис. 2 – способ окантовывания деталей с положительной кривизной контура; на рис. 3 – способ окантовывания деталей с отрицательной кривизной контура; на рис. 4 – способ окантовывания с прямым контуром.

Устройство состоит из механизмов отклоняющей иглы вдоль направления строчки (рис. 1), основной рейки 2, дополнительной рейки 3, Т-образного рычага 4, шарнирно соединенной с одной стороны с основной рейкой 2, а с другой – с соединительным звеном 5, установленным в определенном месте, т.е. на одной линии с рычагом 4 (как показано на рис. 1), преодолевая сопротивление пружины 6 (7, 8), начинает поворачиваться вокруг иглы 1 до соприкосновения с упором 9. При этом знак и величина поворота зависят от кривизны контура детали, причем повороты осуществляются до соприкосновения края детали с положением 2-2, т.е. до соприкосновения края детали с упором в точке *E*. Так, центр детали  $O_1$  с кривизной «+ $\rho$ » переместится в т.  $O_2$ , эта же точка является центром мгновенного вращения детали  $P_1$ , которая находится в пересечении вертикали векторов скоростей  $V_A, V_B, V_E$  и  $V_C$  (рис. 2). Поворотное движение детали стало возможным благодаря шарнирно соединенному Т-образной рамой *ABC* и соединительному звену *CD*, кинематически связанного с пружиной ДК,

которые в конце ориентирования детали занимают новые положения  $A_1B_1C_1D_1K$ .

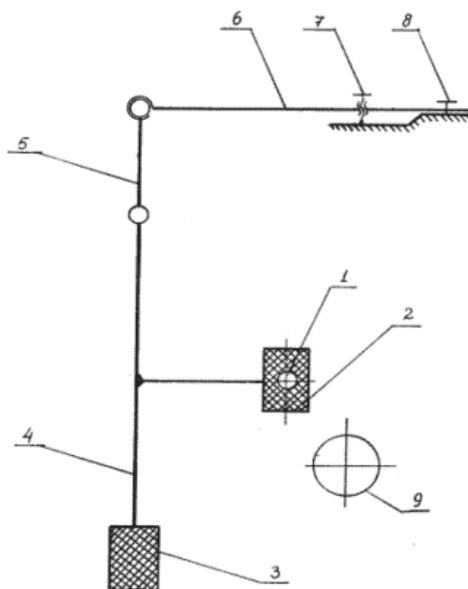


Рис. 1. Структурная схема окантовочного автомата (Патент РК № 9529)

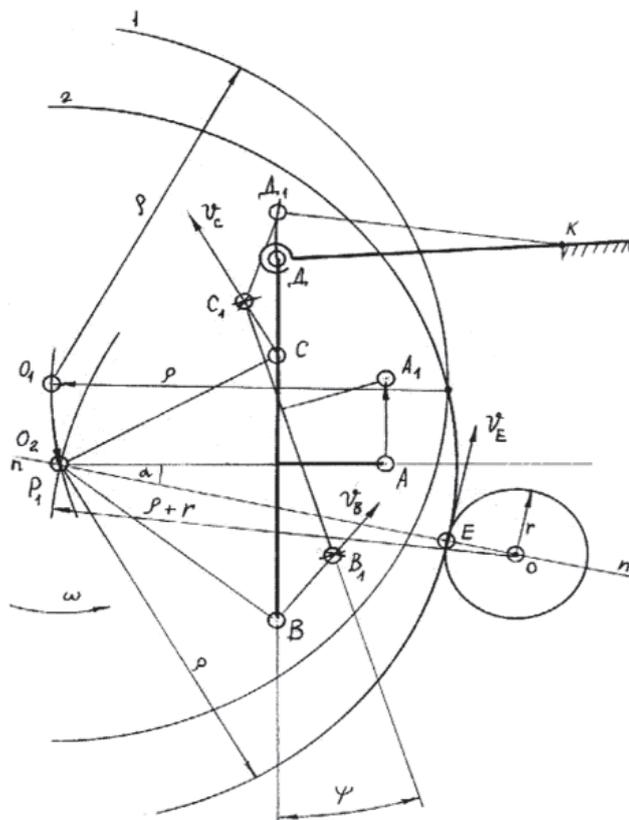


Рис. 2. Процесс ориентирования выпуклого контура (+ $\rho$ )

В случае окантовывания детали с контуром «- $\rho$ » (рис. 3) деталь из положения 1-1 (рассматриваем случай, тогда

в начале цикла ошибка установки детали под рабочие инструменты, отсутствует) перемещается между иглой и основ-



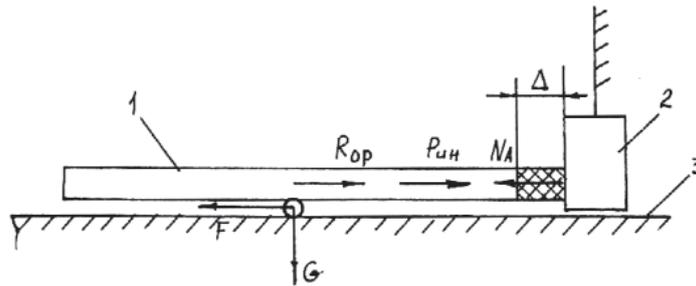


Рис. 5. Динамика процесса ориентирования детали:  
1 – деталь; 2 – упор; 3 – рабочий стол машины; Δ – деформация края детали об упор.

Деформация края детали при автоматической ориентации с применением фрикционно-транспортно-ориентирующего устройства (ФТОУ) [2] не должна превышать допустимую величину [ε], то есть обеспечиваются условия эквидистантности строчки относительно контура детали [2]:

$$\Delta < [\epsilon], \quad (1)$$

где ε – допустимая деформация края детали упором.

Заметим, что именно эта величина деформации на каждом шагу стежка, в процессе ориентирования с применением ФТОУ, заставляет деталь «отскакивать» от упора после выхода иглы от материала, а также когда рейки (основная и дополнительная) возвращаются в исходное положение. Так как этот процесс (сжатия края на упор и «отскакивания») повторяется на каждом шагу, складывается впечатление, что деталь колеблется автоматически. Естественно – это колебания затухающего характера [3].

$$F = Qf = -k g p \int_0^{2\pi} \int_{r_1}^{r_2} \frac{v - r\omega \sin \psi}{(v^2 + r^2\omega^2 - 2rv \sin \psi)^{1/2}} r dr d\psi, \quad (4)$$

где  $k = \mu$ ,  $Q = N_c$  – сила давления дополнительной рейки на деталь;  $k = f$  – коэффициент трения детали об игольную пластину;  $\Psi$  – угол ориентирующего поворота детали в процессе шитья;  $r_1, r_2$  – радиус вектора, соединяющий начало системы и элемента  $ds$ ;  $v$  – скорость детали;  $\omega$  – угловая ско-

Итак, для определения  $\bar{N}_A$  с учетом сухого трения и условия (2), из принципа Д’Аламбера, запишем уравнения равновесия действующих сил [4]:

$$\bar{R}_{op} + \bar{P}_{ин} + \bar{N}_A + \bar{F} = 0, \quad (2)$$

где  $F$  – главный вектор относительно центра масс сил трения с учетом сухого трения;  $P_{ин}$  – сила инерции перемещающейся детали,

$$P_{ин} = m_d a_d,$$

где  $m_d$  – масса;  $a_d$  – ускорение детали;  $N_A$  – нормальное давление детали на упор;  $\bar{N}_A = R_a \cos \alpha$ ;  $\bar{R}_{op}$  – ориентирующая сила.

$$N_A = \sqrt{(R_B)^2 + (\mu N_C)^2} \cdot \frac{h_2}{h_1} \cos \alpha, \quad (3)$$

акулоновая сила сопротивления между материалом и поверхностью платформы машины определяется по формуле:

$$R_{op} = -k g p \int_0^{2\pi} \int_{r_1}^{r_2} \frac{v - r\omega \sin \psi}{(v^2 + r^2\omega^2 - 2rv\omega \sin \psi)^{1/2}} r dr d\omega + \sqrt{(R_B)^2 + (\mu N_C)^2} \cdot \frac{h_2}{h_1} \cos \alpha + ma, \quad (5)$$

где  $P_{ин}$  – сила инерции ориентируемой детали. Исследуя (3 и 5) на ЭВМ, можно определить оптимальные параметры ФТОУ как

рость детали при ее ориентации;  $g$  – ускорение силы тяжести детали;  $r = r_v$  – радиус упора;  $p$  – функция распределения плотности детали.

А сила инерции определяется как:  $P_{ин} = ma$ , где  $a$  – ускорения центра масс детали.

$\omega, \psi, \alpha, N_C, h_1, h_2$ , которые были использованы для разработки АОМ550 с различными типами ФТОУ, для автоматизации

контурной окантовки. Ниже приводим результаты исследования зависимости  $R_a(\rho)$  и  $R_{op}(\rho)$  с применением программы Maple 6 [4], рис. 6:

Далее проведены исследования взаимодействия ограничительного упора края детали с контуром ориентируемой детали. Необходимость этого исследования обусловлена тем, что от величины тор-

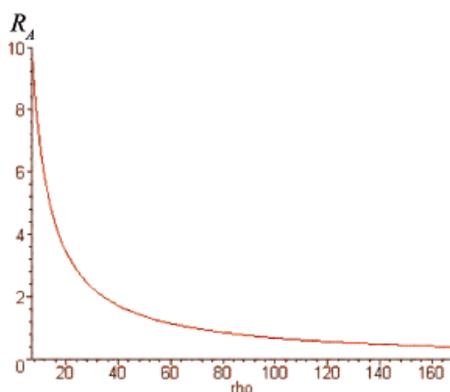


Рис. 6. Исследование зависимости  $R_a(\rho)$

Соответственно увеличивается  $F_A = R_A \sin \phi = \mu R_A \sin \phi = -$  сила, препятствующая движению. Эта сила направлена под углом  $\alpha = 90 - \beta$  определяет место расположения упора. Далее определяем минимальную величину  $R_A$ , определяющую минимальное значение деформации торца детали об упор с учетом (3), (6).

Для оценки достоверности результатов теоретических исследований проведены экспериментальные исследования процесса ориентированного перемещения детали, для чего был разработан специальный, экспериментальный стенд на базе вновь созданной автоматизированной машины АОМ 550 кл. ПМЗ, где используется предлагаемый способ ориентации с учетом тех значений его рабочих параметров, которые были получены выше [5]. Результаты экспериментального исследования путем скоростной киносъемки подтверждают наличие автоколебания детали при ее ориентировании с применением ФТОУ, и эти колебания положительно влияют на процесс ориентирования, т.к. при выходе иглы из материала деформация края детали об упор восстанавливается, в результате следующий прокол осуществляется без отклонения от контура обрабатываемой детали.

#### Список литературы

1. Баубек С.Д., Таукебаева К.С., Тлеуов С.Т. // Патент РК № 9529. Способ окантовывания деталей и устройства для его выполнения. НПВ РК, от 16.10.2000. БИ № 10. – Алматы. – 6 с.
2. Таукебаева К.С. Синтез ориентирующего механизма автоматизированной окантовочной машины // Н.Ж. Вестник ТарГУ «Природопользование и проблемы антропоферы». – Тараз: ТАРГУ, 2010. – № 2. – С. 234–238.

цевой деформации края детали зависит эквидистантность строчки, т.е. качество выполнения контурной обработки детали. Для скольжения края материала по рабочей поверхности упора необходимо, чтобы ориентирующая сила  $R_{op}$  была больше силы сопротивления:

$$R_{op} > F_A \quad (6)$$

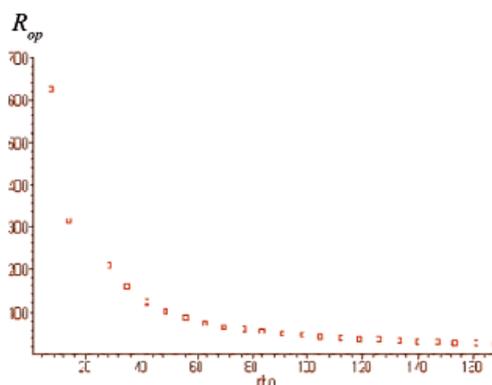


Рис. 7. Исследование зависимости  $R_{op}(\rho)$

3. Таукебаева К.С., Таукебаева Т.Ж. Автоматизированная машина для окантовки срезов детали обуви // Проблемы текстиля Ташк. института текстильной и легкой промышленности. – Ташкент, 2012. – № 2. – С. 27–38.

4. Таукебаева К.С. Совершенствование механизма транспортирования швейной машины 550 кл. для окантовки деталей обуви: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Алматы, 2010. – 18 с.

5. Sabit D. Baubek Professor, Kunsulu S. Taukbaeva Ph.D. Innovative methods for designing automated machines // Materialy VIII Mezinrodni vedecko-prakticka conference 'Veda a technologie: Krok do budoucnosti-2012' 27.02.2012–05.03.2012. Praha, 2012. – P. 43–46.

#### References

1. Baubekov S.D., Taukebaeva K.S., Tleuov S.T. Patent RK No. 9529. Sposob okantovyvaniya detalej i ustrojstva dlya ego vypolneniya. NPV RK, ot 16.10.2000. BI.No.10, Almaty, 6 p.
2. Taukebaeva K.S. Sintez orientiruyushhego mexanizma avtomatizirovannoj okantovochnoj mashiny. N.Zh. Vestnik TarGU «Prirodopolzovanie i problemy antroposfery». Taraz, TARGU, 2010, no. 2, pp. 234–238.
3. Taukebaeva K.S., Taukebaeva T.Zh. Avtomatizirovannaya mashina dlya okantovki srezov detali obuvi. Nauch.-texn. zhurnal, «Problemy tekstilya». Tash. instituta tekstilnogo i legkoj promyshlennosti. Tashkent, 2012, no. 2, pp. 27–38.
4. Taukebaeva K.S. Sovershenstvovanie mexanizma transportirovaniya shvejnoj mashiny 550 kl. dlya okantovki detalej obuvi. Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata texnicheskix nauk. Almaty, 2010. 18 p.
5. Sabit D. Baubek Professor, Kunsulu S. Taukbaeva Ph.D. INNOVATIVE METHODS FOR DESIGNING AUTOMATED MACHINES. Materialy VIII Mezinrodni vedecko-prakticka conference 'Veda a technologie: Krok do budoucnosti-2012' 27.02.2012–05.03.2012. Praha, 2012, pp. 43–46.

#### Рецензенты:

Баубек С.Д., д.т.н., профессор, академик РАМ, проректор по научной работе ТИГУ, МОН РК, г. Тараз;

Немереваев М., д.т.н., профессор, проректор по учебной работе Таразского инновационно-гуманитарного университета, г. Тараз.

Работа поступила в редакцию 17.10.2013.