

Technical Science, ISSN 2474-5901, г. Норт-Чарлстон, США. 2016, №3.- С.38-45.

12. Sabit Baubekov, Murat Bekmuratov, Kunsulu Taukebayeva, Nurlan Karymsakov Seitzhan

Orynbayev. To define the parameters of new automated machines for contouring // International Scientific Journal Theoretical & Applied Science. Thomson Reuters - 30.04.2016. –P. 69-75.

УДК 685.31:65.011

МРНТИ 64.01.85

## К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ШВЕЙНОГО РОБОТА

С.Д. БАУБЕКОВ<sup>1</sup>, К.С. ТАУКЕБАЕВА<sup>2</sup>, У. К. ДЖАНАХМЕТОВ<sup>3</sup>  
М.Н. НЕМЕРЕБАЕВ<sup>1</sup>, А. ЫНТЫКБАЙ<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Таразский инновационно-гуманитарный университет Казахстан, Тараз)

(<sup>2</sup>Филиал АО«Национальный центр повышения квалификации «ОРЛЕУ» «Институт повышения квалификации педагогических работников по Жамбылской области» Казахстан, Тараз)

(<sup>3</sup>Казахский агротехнический университет имени С.Сейфуллина, Казахстан, Астана)

E-mail: oreke\_55@mail.ru

*В работе приведены результаты кинематического исследования нового способа, которые позволяют создать устройство, с помощью которого можно ориентировать детали изделия со сложными контурами при их сборке без участия рук и внимания оператора. Надо отметить, при этом нет необходимости создавать как у известных аналогов программы и перепрограммировать швейный робот при изменении величины и модуля кривизны контура деталей безотказно и качественно, без переналадки швейного робота, так как устройство самонастраивается на изменение кривизны обрабатываемого контура. Данный швейный робот заменит дорогие, технологически негибкие аналоги, работающие на программе.*

**Ключевые слова:** автоматизация, контурная обработка, швейный робот, легкая промышленность, программный автомат, кинематика, аналитическое исследование, ориентирование, швейный робот.

## ТІГІН РОБОТЫНЫҢ ОҢТАЙЛЫ ӨЛШЕМДЕРІН АНЫҚТАУ

С.Д. БАУБЕКОВ<sup>1</sup>, К.С. ТАУКЕБАЕВА<sup>2</sup>, У.К. ДЖАНАХМЕТОВ<sup>3</sup>,  
М.Н. НЕМЕРЕБАЕВ<sup>1</sup>, А. ЫНТЫКБАЙ<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Тараз инновациялық-гуманитарлық университет Қазақстан, Тараз)

(<sup>2</sup>«ӨРЛЕУ» «Біліктілікті арттыру ұлттық орталығы» АҚ филиалы, «Жамбыл облысы бойынша педагогикалық қызметкерлердің біліктілігін арттыру институты» Қазақстан, Тараз)

(<sup>3</sup>С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Қазақстан, Астана)

E-mail: oreke\_55@mail.ru

*Жаңа жасалған жиекті тігісті орындайтын әдістің кинематикалық зерттеудің нәтижелері келтірілген, соның нәтижесінде күрделі жиекті тігісті оператордың көмегінсіз орындайтын жаңа әдістің құрылымы жасалды. Айта кететіні бұл құрылым белгілі аналогтары сияқты бұйым өзгергенде бағдарламаны қайта жазуды қажет етпейді, өйткені құрылым оңделетін бұйымның жиегінің өзгеруіне өзгерістерге өздігінен бейімделеді. Бұл тігін роботы қымбат, технологиялық икемсіз автоматты бағдарламалы аналогтарды алмастырады*

**Негізгі сөздер:** автоматтандыру, жиекті өңдеу, тігін роботы, жеңіл өндірісі, программалы автомат, кинематика, аналитикалық зерттеу, бағдарлау.

## TO THE DETERMINATION OF THE RATIONAL PARAMETERS OF THE SEWING ROBOT

S. BAUBEKOV<sup>1</sup>, K. TAUKEBAYEVA<sup>2</sup>, U. DJANAHMETOV<sup>3</sup>, M. NEMEREBAEV<sup>1</sup> A. YNTYKBAI<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Tarazsky innovative humanities university, Kazakhstan, Taraz)

(<sup>2</sup>Branch of Joint-stock Company the «National center of in-plant training «ORLEU» «Institute of in-plant training pedagogical workers on Zhambylskoy of area», Kazakhstan, Taraz)

(<sup>3</sup>S. Seifullin Kazakh AgroTechnical University, Kazakhstan, Astana)

E-mail: oreke\_55@mail.ru

*The paper presents the results of a kinematic study of a new method, which allow you to create devices with which you can orient parts of a product with complex contours when assembled without the participation of hands and operator attention. It should be noted that there is no need to create as with known analogs of the program and reprogram the sewing robot with changes in the magnitude and modulus of the curvature of the contour of parts to ensure trouble-free and high-quality, without changing the sewing robot, as the device self-tunes to the change in curvature of the processed contour. This sewing robot is replaced by expensive, technological inflexible analogs working on the program.*

**Key words:** automation, contour processing, sewing robot, light industry, automatic program, kinematics, analytical research, orientation.

### *Введение*

Работа относится к проектированию автоматизированных машин для легкой промышленности.

Сейчас в условиях рыночной экономики наша страна вступила в новый этап экономических и социальных преобразований. Перед легкой промышленностью поставлена задача увеличения выпуска товаров в широком ассортименте и улучшенного качества, отвечающих современным требованиям спроса рынка.

Основная цель проводимых преобразований – интенсификация и повышение эффективности производства на базе научно-технического прогресса, рационального использования материально-технической базы.

В настоящее время уровень автоматизации операций сборок заготовок изделий легкой промышленности невысок. Для выполнения сложных строчек применяются машины общего назначения, требующие ручного вмешательства на всем протяжении технологической операции сборки. Применяемые программные автоматы дороги и технологически негибки, так как при изменении параметров контура необходимо менять программу и кассету, поэтому они экономически малоэффективны. Поэтому создание простого по конструкции, надежного в эксплуатации и технологически гибкого оборудования, позволяющего производить обработку по контуру в автоматическом

режиме, является большим резервом роста производительности труда, улучшения качества и снижения трудозатрат на выпускаемой продукции, улучшения условий труда.

### *Объекты и методы исследований*

Объектом является новый способ и устройство для его осуществления. Авторы предлагают способ для выполнения контурной обработки детали. Для выполнения данной технологической операции разработан швейный робот путем модернизации промышленной швейной машины 330 кл. ПМЗ.

Ниже приводим кинематическое исследование технологической возможности швейного робота. Целью данного метода исследования является определения кинематических параметров вновь разработанного способа и устройства для его выполнения. Надо отметить, в процессе выполнения контурной обработки оператор не участвует, процесс выполняется автоматически и самонастраивается на изменения параметров обрабатываемого контура.

Известно, что на предприятиях легкой промышленности при сборке заготовок изделия выполняется примерно  $10^{10}$  операций в виде наружных швов, до 60% из них прокладываются по краю заготовки [1].

Выполнение контурных строчек связано с перемещением деталей по сложному закону, что при высокой средней скорости подачи вдоль строчки значительно повышает утомляемость оператора (швей), это отри-

цательно влияет на производительность труда и качество выполняемой продукции, так как краевые швы определяют качество изделия в целом.

Среди многообразия технологических операций обувного производства большое место занимают сборочные операции. Их автоматизация является большим резервом роста производительности труда.

Наибольшую сложность среди сборочных операций представляет выполнение настроенных швов по краю детали, расстояние которых от края по технологическим требованиям составляет  $1.0 \div 1.5$  мм, с допускаемой погрешностью, например для модельной обуви  $\pm 0.2$  мм.

В то же время точность обработки на автоматическом оборудовании определяется помимо прочего величиной отклонения линейных размеров, поступающих на обработку деталей от заданных. По ГОСТу 179-51 на гражданскую обувь это отклонение должно лежать в пределах  $\pm 0.1$  мм. Однако в работе [1,] отмечается, что величина отклонения детали от шаблона непостоянна и колеблется для берца размером 24.5/мод.01428/ в пределах  $\pm 0.35 \div 2.28$  мм, а для размеров 29-  $\pm 0.13 \div 1.74$  мм.

Поскольку при разработке механизма автоматического ориентирования обрабатываемых деталей необходимо обеспечить заданную технологическими требованиями точность, становится очевидной трудность создания такого механизма. Необходимо также учесть следующие требования, влияющие на качество выполнения операции: транспортирующие органы машины не должны оставлять след на заготовке, должны обеспечивать ориентирование и перемещение деталей с краем различной кривизны по знаку и модулю, т.е. обладать достаточной технологической гибкостью. Механизм должен быть максимально прост по конструкции и надежен в работе [1,]. Помимо этого, необходимо учитывать и ряд параметров, определяющих экономическую эффективность машины в целом. Основными из них являются: объем капиталовложений, себестоимость, производительность, количество высвобождаемой рабочей силы, срок окупаемости.

Проведенный анализ технологических требований к механизмам для ориентирования и перемещения деталей позволяет

перейти к обзору конструкции существующих видов механизмов и сравнительному анализу их характеристик.

В работе [1] большое количество типов выпускаемых машин-автоматов классифицировано с учетом обобщенно-функциональных признаков, где отмечено, что степень универсальности машина автоматов во многом определяется используемой системой управления.

Системы ЧПУ удовлетворяют практически всем требованиям, предъявляемым к СУ механизмов для ориентации деталей. Они мобильны, универсальны. Но одним из недостатков, тормозящих их широкое применение, являются сложность конструкции и высокая стоимость /стоимость машины типа АСВ-А /США/ составляет 40000 долларов. Существенным недостатком всех автоматов с ЧПУ является необходимость точной установки детали в кассете или в зажиме перед обработкой, что вызывает потери времени при заправке, а также неспособность компенсировать погрешность в линейных размерах деталей, поступающих на обработку, о которой сказано выше.

Следящие системы лишены этих недостатков, однако широкому использованию полуавтоматов, оснащенных следящими системами, препятствуют сложность, недостаточная надежность в работе и ограниченные технологические возможности устройств ориентации, оснащенных такими СУ.

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/ [1,], который реализуется в двух вариантах:

- поворот относительно МЦВ, лежащих вне зоны взаимодействия рабочего инструмента с деталью;
- поворот относительно МЦВ, лежащих в зоне взаимодействия.

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

**Результаты и их обсуждение**

Исходя из изложенного, нами предлагается способ перемещения и ориентирования деталей при выполнении контурных строчек [2,], который состоит в следующем. Деталь перемещается двумя рабочими инструментами, одним из которых являются ролики С, а вторым – игла В, причем игла расположена на перпендикуляре к направлению перемещения детали роликами и скорость ее линейного перемещения (при отклонении) в несколько раз превышает скорость перемещения детали роликами (рис.1). Вследствие указанной разности скоростей, а также того, что ролики имеют фрикционный привод, перемещение детали сопровождается ее поворотом до расположенного в рабочей зоне упора А. Способ может быть реализован в двух вариантах - при непрерывном или стартстопном вращении роликов.

Устройство [3,] в таком случае может иметь ведущий и ведомый или два ведущих старт - стопно или непрерывно движущихся транспортирующих ролика, иглу, отклоняющуюся вдоль строчки и упор. При этом вели-

чина отклонения иглы вдоль строчки регулируется автономно, т.е. независимо от величины перемещения детали транспортирующими роликами. Для уменьшения деформаций края детали и уменьшения проскальзывания поверхности роликов относительно детали транспортирующие ролики снабжены фрикционной передачей.

Здесь ориентирование и перемещение сшиваемых деталей /детали/ осуществляется иглой, перемещающей деталь прямолинейно на неизменную величину и парой /двумя парами/ роликов, причем величина перемещения иглой/ в случае вогнутого контура детали/, так и меньше /в случае выпуклого контура/, что обеспечивает поворот детали относительно МЦВ /рис.1/, меняющего свое положение в зависимости от кривизны контура детали.

*Качество процесса шитья во многом зависит от правильной ориентации изделия относительно рабочих инструментов швейной машины.*

Новизна заключается в том, что во время выполнения контурной строчки на деталях изделия легкой промышленности, процесс ориентирования относительно рабочего инструмента (иглы) обрабатываемой детали осуществляется с помощью фрикционно-транспортно-ориентирующего устройства (ФТОУ) швейного робота (ШР), без участия рук оператора.

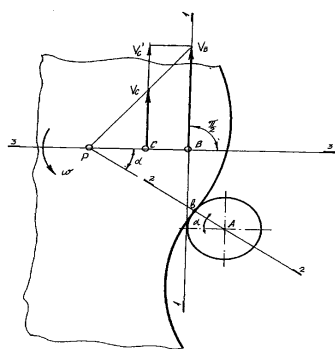


Рисунок 1 - Процесс ориентации (А.С. 1333728)

Задача состоит в том, что надо решить вопрос, об обеспечении качественного (эквидистантного) выполнения контурной строчки, для чего необходимо определить технологические возможности вновь разработанного ШР.

*Определение необходимого отношения линейных скоростей рабочих инструментов ШР.*

Предлагаемый способ [2], как явствует из его описания (см. выше), предполагает наличие определенного отношения скорос-

тей:  $\frac{V_B}{V_C}$  перемещения рабочими инструментами ( $V_B$  - скорость перемещения иглой,  $V_C$  - скорость перемещения роликами). Наличие этого отношения подразумевается и при определении минимального радиуса кривизны контура обрабатываемой детали в предыдущих работах авторов [4,5,6].

Технологические возможности рассматриваемого способа [1] ориентации детали определяются, очевидно, углом поворота детали инструментами фрикционно-транспортно-ориентирующее устройство (ФТОУ) швейного робота, приведенного в патенте [3], предлагаемом авторами данной статьи.

Определим угол поворота детали, на который она должна повернуться в течении одного цикла при наихудших условиях, т.е. при минимальном радиусе кривизны и максимальном нарушении эквидистантности [4], появившемся в предыдущем цикле. Угол поворота детали определяется (рис. 2):

$$\psi = \int_0^{S_u} \omega_2 dt; \quad (1)$$

$$\psi_2 = \int_0^{S_u} \frac{dx}{(B_0P_1) + x \cdot ctg\alpha} = \frac{1}{a} \ln(b + ax) \Big|_0^{S_u} = \frac{1}{a} \ln\left(\frac{b + a \cdot S_u}{b}\right)$$

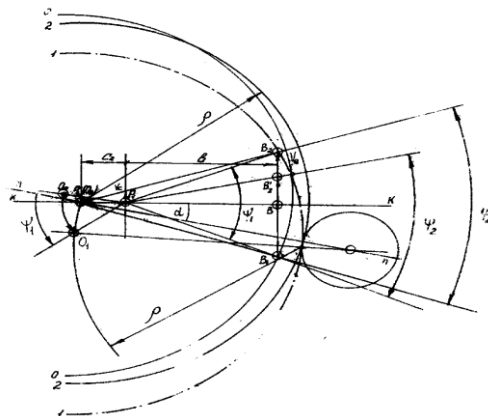


Рисунок 2 - К определению необходимого угла поворота

$$\psi_2 = tg\alpha \cdot \ln\left(\frac{B_0P_1 + ctg\alpha \cdot S_u}{B_0P_1}\right)$$

Определим величину  $B_0P_1$ , входящую в равенство (3). Поскольку координаты точки  $B_0$  известны, для определения  $B_0P_1$  достаточно найти координаты точки  $P_1$ . Для

$$\text{где } \omega_2 = \frac{V_B}{BP_2}; V_B = \frac{dx}{dt}.$$

Из рис. 1 определим угол  $\alpha$ , полученный в результате проведения линии из точки контакта края детали с упором, соединяющей с точкой  $O$  и линией  $/k - k/$ :

$$\alpha = arctg\left[-\frac{(x'_{B_2} - x_0)}{y_0}\right]. \quad (2)$$

Тогда расстояние между точкой  $B_0$  и МЦВ  $P_2$  определяется как (см. рис.2)

$$B_0P_2 = (B_0P_1) + x \cdot ctg\alpha, \quad (3)$$

где:  $B_0P_1$  - расстояние от точки  $B_0$  начала прокола иглы до  $P_1$  МЦВ

$x$  - текущая координата хода иглы в горизонтальном направлении.

С учетом (2) и (3) равенство (1) приобретает вид:

$$\psi_2 = \int_0^{S_u} \frac{dx}{(B_0P_1) + x \cdot ctg\alpha}. \quad (4)$$

Решим данное интегральное уравнение, введя обозначения:

$$B_0P_1 = b, \quad ctg\alpha = a \quad \text{Тогда имеем: или}$$

этого запишем уравнение линии, проходящей через точки  $A_1$  и  $P_1$ , учитывая, что угол  $\alpha$  найден ранее (3), а точка  $A_1$  имеет координаты:  $(x_1; y_1)$ :

$$x - x_1 = -(y - y_1) \cdot tg\alpha$$

Полагая в этом равенстве  $x = 0$ , находим координаты точки:

$$P_1 \left[ 0; \frac{x_1}{\operatorname{tg}\alpha} + y_1 \right]$$

Тогда искомое расстояние определяется как:

$$B_0 P_1 = \sqrt{x_{B_0}^2 + \left[ y_{B_0} - \left( \frac{x_1}{\operatorname{tg}\alpha} + y_1 \right) \right]^2} \quad (5)$$

И, наконец, определим величину необходимого угла поворота детали:

$$\psi_2 = \operatorname{tg}\alpha \cdot \ln \frac{\sqrt{x_{B_0}^2 + \left[ y_{B_0} - \left( \frac{x_1}{\operatorname{tg}\alpha} + y_1 \right) \right]^2} + \operatorname{ctg}\alpha \cdot S_u}{\sqrt{x_{B_0}^2 + \left[ y_{B_0} - \left( \frac{x_1}{\operatorname{tg}\alpha} - y_1 \right) \right]^2}}. \quad (6)$$

С другой стороны, угол  $\psi_1$  поворота детали, который может обеспечить ФТОУ - устройство ориентации за один цикл, являющийся функцией отношения  $\frac{V_B}{V_C}$ , исходя из рис.1 можно определить, учитывая, что отрезок  $B_0 B_1$  соответствует величине  $\frac{S_u}{2}$  как

$$\psi_1 = 2 \operatorname{arctg} \frac{B_0 B_1}{\rho - \ell}. \quad (7)$$

Тогда условие работоспособности устройства ориентации:

$$\psi_1 \geq \psi_2, \quad (8)$$

можно записать в виде:

$$\operatorname{arctg} \frac{V_B}{\rho - \ell} \geq \operatorname{tg}\alpha \ln \frac{B_0 P_1 + (2B_0 B_1) \operatorname{ctg}\alpha}{B_0 P_1}. \quad (9)$$

Данное неравенство получено для "выпуклого" контура, однако его выполнение обеспечивает нормальную работу устройства ориентации и в случае "вогнутого" контура, поскольку в после днем случае требуется меньшее отношение  $\frac{V_B}{V_C}$ .

Исходя из того, что стандартная частота вращения роликов ( $\omega_p$ ) при отсутствии проскальзывания относительно приводных валов и детали обеспечивает величину  $V_C = 0.04$  м/с, при заданных значениях  $b = 4$  мм,  $l = 1.0$  мм,  $\rho = 7$  мм [5,], условию (9) удовлетворяет значение  $V_B \geq 0.12$  м/с, т.е.

$$\frac{V_B}{V_C} \geq 3$$

В механизме отклонения иглы введено дополнительное устройство, позволяющее

изменять величину отклонения иглы вдоль строчки независимо от величины вращения роликов [6-8,].

### Выводы

Полученные аналитические зависимости (6 и 9) позволяют определить технологические возможности швейного робота, реализующих предлагаемый способ ориентирования детали.

Найденные кинематические параметры нового способа позволяют создать устройства, с помощью которых можно ориентировать детали изделия со сложными контурами при их сборке без участия рук и внимания оператора. Надо отметить, при этом нет необходимости создавать программы и перепрограммировать швейный робот при изменении величины и модуля кривизны контура деталей безотказно и качественно, без переналадки ФТОУ, так как устройство самонастраивается на изменение кривизны обрабатываемого контура. Данный ШР заменит дорогих, технологический негибких аналогов, работающих на программе.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 29332РК. Способ контурной обработки и устройство для его реализации/ С.Д. Баубеков, С.З. Казахбаев, К.С.Таукебаева, С.С. Баубеков, А.Ж. Талипов; опубл. 15.12.2014. Бюл. № 12. - 4 с.
2. Пат. 27813 РК. Устройство для автоматизированной контурной обработки детали при шитье / С.Д. Баубеков, С.З. Казахбаев, К.С. Таукебаева, С.С. Баубеков, А.Ж. Талипов; опубл. 2013, Бюл. № 12. - 4 с.
3. Баубеков С.Д., Таукебаева К.С. Совершенствование и расчет устройства для автоматизированной контурной обработки деталей изделия легкой промышленности. Монография.- М.: Издательский дом РАЕ, - 2016. - 186 с.
4. S. Baubekov, M. Nemerebaev, M. Bekmuratov, K. Taukebayeva, N. Karimsakov, S. Orynbaev. To define the parameters of new automated machines for contouring. // International Scientific Journal Theoretical & Applied Science. p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online) Published: 30.04.2016 .PP- 69-75.
5. Баубеков С.Д., Баубеков С.С., Таукебаева К.С. Определение технологической возможности фрикционно-транспортно ориентирующего устройства (ФТОУ) для автоматизированной контурной обработки //Журнал "Фундаментальные исследования". М.: РАЕ - 2015. - № 12-2. - С.233-237.
6. Баубеков С.Д., С.С. Баубеков, Таукебаева К. С. Способ и устройство для авто-

материясының контурной обработки при сборке деталей обуви //Journal of Advanced Research in Technical Science, ISSN 2474-5901, г. Норт-Чарлстон, США. 2016, №3.- С.38-45.

7. Баубеков С.Д., Таукебаева К. С., С.С. Баубеков. Моделирование процесса ориентирования деталей при автоматизированной контурной

обработке // Современные наукоемкие технологии М.: РАЕ, ВАК РФ, 2017. – С.13-17.

8. Баубеков С.Д., Баубеков С.С., Таукебаева К.С. К определению оптимальных параметров автоматизированной машины для контурной обработки деталей// Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, № 11, М.: РАЕ -2015.- С.68-72.

УДК 531: 622.233: 622.235  
МРНТИ 27.35.31

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТЕРЖНЯ С ДЕФОРМИРУЕМОЙ СРЕДОЙ

С.Н. ТОЙБАЕВ<sup>1</sup>, А.А. АКИМХАНОВА<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан)

E-mail: Abzala4@mail.ru, aigera\_\_81@mail.ru

*В данной статье развиваемый подход применяется для вывода уравнений колебания круглых стержней с учетом вязкости материала стержня, влияние окружающей среды и температуры. Получены точное и приближенное уравнения крутильного и продольного колебаний круглого стержня. При описании стержня, находящегося в деформируемой среде, рассматриваются три условия контакта: отсутствие трения (гладкий контакт), трение между стержнем и средой по закону Кулона и жесткий контакт.*

**Ключевые слова:** динамическое взаимодействие, колебания, стержень, окружающая среда, трение, жесткий контакт.

### СЫРЫҚТЫҢ ДЕФОРМАЦИЯЛАНАТЫН ОРТАМЕН ДИНАМИКАЛЫҚ ӘСЕРЛЕСУІНІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУІ

С.Н. ТОЙБАЕВ<sup>1</sup>, А.А. АКИМХАНОВА<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан)

E-mail: Abzala4@mail.ru, aigera\_\_81@mail.ru

*Мақалада қимасы дөңгелек тұтқыр сырықтың сипаттамасын, қоршаған ортаны және температураны есепке алғандағы тербелмелі қозғалысының теңдеуін құрастыру тәсілі қарастырылған. Дөңгелек тұтқыр сырықтың бұралу тербелістерінің нақты және жуықтау теңдеулері алынған. Өзгерту ортада сырықтың қандай күйде болатынын білу үшін келесі үш шарт қарастырылған: үйкеліс жоқ (жылтыр жанаспа), сырықпен ортаның үйкелісі, сырықтың ортамен әсерінде Кулон заңы орындалатын және сырық пен оның қатаң жанаспасы.*

**Негізгі сөздер:** динамикалық әсерлесуі, тербеліс, сырық, қоршаған орта, үйкеліс, қатаң жанаспа.

### MATHEMATICAL MODELING OF DYNAMIC INTERACTION OF A ROD WITH A DEFORMABLE MEDIUM

S.N. TOYBAEV<sup>1</sup>, A.A. AKIMKHANOVA<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Almaty Technological University, Kazakhstan, Almaty)

E-mail: Abzala4@mail.ru, aigera\_\_81@mail.ru

*In this article, the developed approach is used to derive the equations of oscillations of round rods, taking into account the viscosity of the rod material, the influence of the environment and*