

Алгоритми на математични модели за мониторинг на геометричните показатели на прокат

Снежинка Захариева, Валентин Мутков, Сехер Кадинова, Иван Георгиев

Algorithms of mathematical models for monitoring of geometrical parameters of rolling profiles: The article presents two algorithms of mathematical models for investigation of geometrical parameters of cylindrical, square and rectangular rolling profiles. The models include three criteria for evaluation. The proposed criteria are built of based regulations imposed in rolling production, also are taken into account any customer requirements.

Key words: geometrical parameters, cylindrical, square and rectangular rolling profiles, deviations from ideal profiles, straightness, deviations obtained as a result of vibrations

ВЪВЕДЕНИЕ

При производството на кухи цилиндрични, квадратни и правоъгълни прокатни профили, практически е необходимо да се контролира целият технологичен процес. В редица случаи осигуряването на мониторинг на геометричните показатели на проката е сериозен метрологичен проблем, поради невъзможността на профилите в процеса на производство да извършват въртливо движение, необходимо за процеса на измерване [3].

Трябва да се отбележи, че при производството на проката, почти никой от цилиндричните, квадратни и правоъгълни кухи профили не притежава „перфектна“ форма. Този проблем не винаги се решава успешно поради трудностите, свързани с реализирането на базовите елементи (повърхнини и профили), както и точното центриране на детайлите в процеса на измерване. Вследствие от механичната обработка (на проката) се получават грешки, чиято компенсация обикновено се осъществява чрез използването на ръчни методи за контрол и построени на тяхна база статистически модели за управление на производството. Не бива да се пренебрегва и факта, че голяма част от влияещите върху процеса на формообразуване фактори носят случаен характер [4,5].

АЛГОРИТМИ НА МАТЕМАТИЧНИ МОДЕЛИ ЗА МОНИТОРИНГ НА ГЕОМЕТРИЧНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА ПРОКАТ

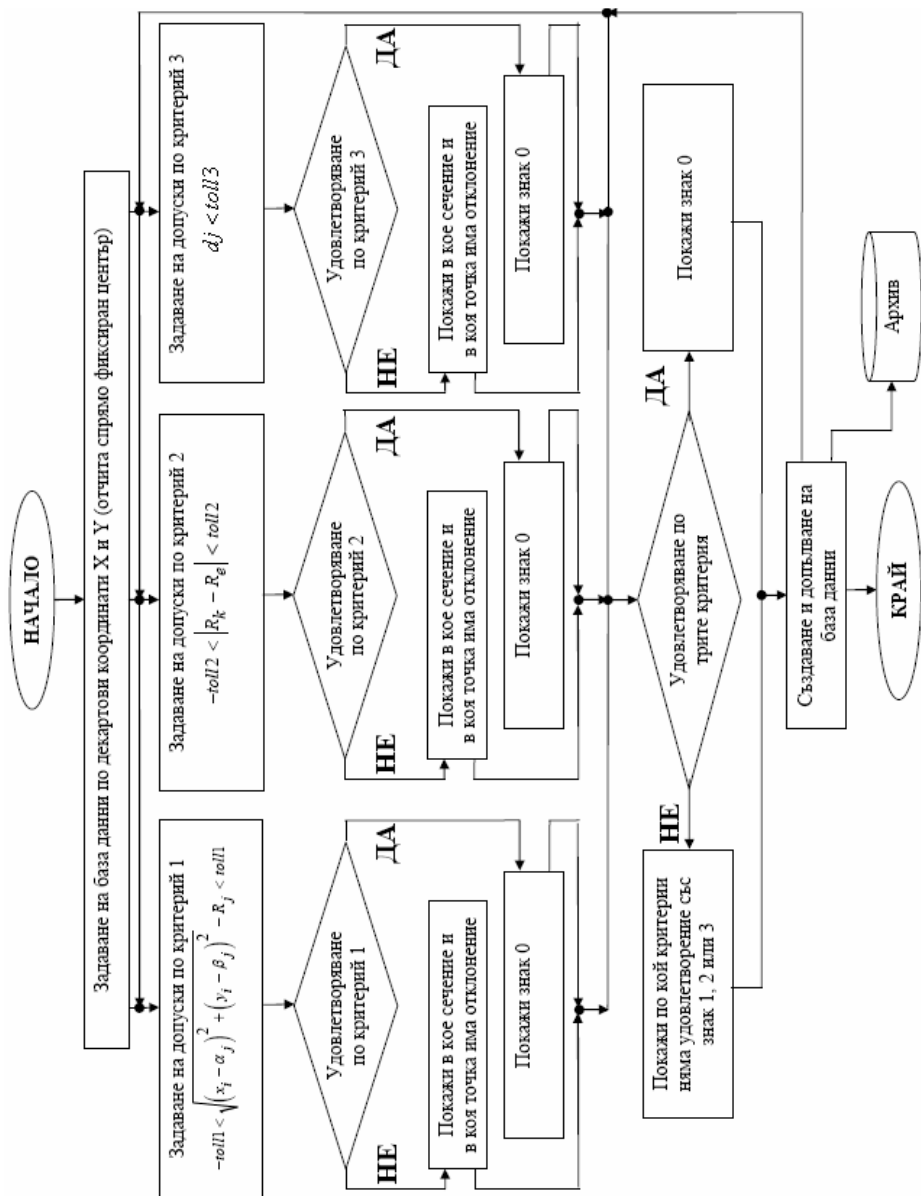
Поради динамиката на технологичния процес и влиянието на външни въздействия при произвежданите цилиндрични, квадратни и правоъгълни прокатни профили бе наложена необходимост от разработване на два математични модела, чрез които теоретично да се докаже, че геометричните показатели на проката могат да бъдат контролирани непосредствено в процеса на производство. Това от своя страна би довело до повишаване качеството на готовата продукция, а вследствие от това и намаляването на производствените разходи.

АЛГОРИТЪМ НА МАТЕМАТИЧЕН МОДЕЛ ЗА ОЦЕНКА ГЕОМЕТРИЧНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА ЦИЛИНДРИЧНИ ПРОКАТНИ ПРОФИЛИ

Математичният модел е разработен в програмна среда MATLAB, а алгоритъмът на работа е показан на фиг. 1:

След стартиране “Начало” на програмата се генерира база данни от точки x, y , като декартови координати по оста X и Y (отчитани спрямо фиксиран център). Съгласно [1] се задават три критерия за оценка на геометричните показатели на цилиндрични прокатни профили:

➤ *Критерий 1*, проверява дали има отклонение от кръглост по метода на най-малките квадрати и в каква посока е то (положителна или отрицателна). За оценка на напречните сечения на цилиндричния профил е наложен допуск - $toll1$.



Фиг.1. Алгоритъм на математичен модел за оценка геометричните показатели на цилиндрични прокатни профили

За всяко сечение $j = 1 \div M$, допуска трябва да удовлетворява следното условие:

$$-tol1 < \sqrt{(x_i - \alpha_j)^2 + (y_i - \beta_j)^2} - R_j < tol1 \quad (1)$$

където: x_i, y_i са точки от j -то сечение.

➤ *Критерий 2* проверява за бъчвообразно или седлообразно отклонение от цилиндричност.

За оценка на прокатен профил в надлъжно сечение е наложен допуск $toll2$, който трябва да удовлетворява условието за разлики в радиусите на всички окръжности:

$$-toll2 < |R_k - R_e| < toll2 \quad (2)$$

където: k и e пробягват всички сечения $j = 1 \div M$ ($1 \leq k \leq M$ и $1 \leq e \leq M$)

➤ *Критерий 3* проверява дали има отклонение от центровете на сеченията до права, построена между центровете на първото и последно сечение и отклонения, получени вследствие на вибрации, породени от динамичността на производствения процес. За целта трябва да бъде изпълнено следното условие:

$$d_j < toll3 \quad (3)$$

Програмата изчислява разстоянието от центъра на всяка окръжност до правата d_j , където $j = 2 \div M - 1$ и ги сравнява с предварително зададен допуск $toll3$ заедно с допуск $toll4$ определен за вибрациите.

Съгласно зададените допуски по трите критерия за оценка на отклонението на цилиндрични прокатни профили програмата първо показва дали има отклонение по критерий 1, критерий 2 или критерий 3, като издига *flag*: $flag = 1 \ 2 \ 3$. В този случай се получава информация, че има отклонения и по трите критерия. Програмата показва в кое сечение и в коя точка има отклонение, както и неговата стойност. Ако на мястото на някоя от цифрите 1 2 3 има 0, т.е. 0 2 0, това означава, че има отклонение само по критерий 2, а останалите два критерия са удовлетворени.

Създава се и се допълва база данни с опция да се запамятят резултатите от измерванията в „Архив“, след което алгоритъма приключва с „Край“.

АЛГОРИТЪМ НА МАТЕМАТИЧЕН МОДЕЛ ЗА ОЦЕНКА ГЕОМЕТРИЧНИТЕ ПОКАЗАТЕЛИ НА КВАДРАТНИ И ПРАВОЪГЪЛНИ ПРОКАТНИ ПРОФИЛИ.

Алгоритъмът на работа на математичния модел за оценка геометричните показатели на квадратни и правоъгълни прокатни профили (фиг.2) е разработен на същия принцип като алгоритъма от фиг.1. Моделът включва три критерия за оценка [2]:

➤ *Критерий 1* проверява дали има изпъкналост или вдлъбнатост от страните на квадратния или правоъгълния прокатен профил. Разстоянията Δi се съпоставят с предварително зададен допуск $toll4$, които трябва да удовлетворяват предложеното условие:

$$\Delta i < toll4 \quad (4)$$

където: $i = 1 \div 4$

➤ *Критерий 2* установява наличие на частни отклонения от идеалния профил – ромб или трапец. Двата диагонала d_1 и d_2 трябва да удовлетворяват следните условия:

$$|d_1 - d| < toll5 \quad (5)$$

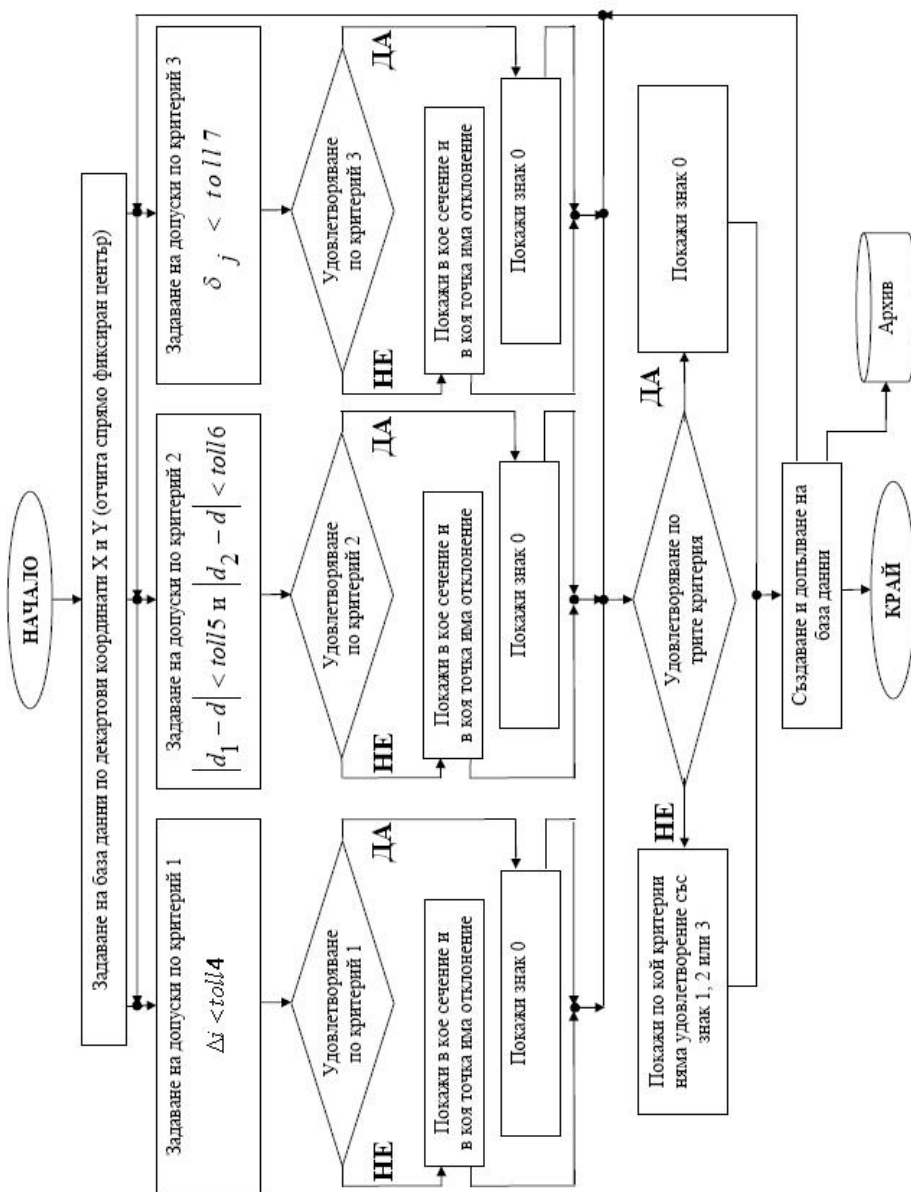
$$|d_2 - d| < toll6 \quad (6)$$

където: $toll5$ и $toll6$ се задават с равни стойности

Програмата дава информацията за стойностите на отклоненията на двата диагонала.

➤ *Критерият 3* за праволинейност, проверява отклоненията от центровете на всички сечения на правоъгълния (квадратен) профил до права, построена между

центровете на първото и последното сечение и отклонения получени вследствие на вибрации, породени от динамичността на производствения процес.



Фиг.2. Алгоритъм на математичен модел за оценка геометричните показатели на квадратни и правоъгълни прокатни профили

За всяко $j^{\text{то}}$ сечение се изчисляват разстоянията δ_j от центровете O_j на сеченията до правата d_j и се налага следното условие:

$$\delta_j < \text{tol} \quad (7)$$

Аналогично както и при първия алгоритъм, при удовлетворяване на трите критерия програмата показва знак нула, а ако има отклонения, то програмата показва в кое сечение и в коя точка са те, както и техните стойности.

Създава се и се допълва база данни с опция да се запаметят резултатите в „Архив“, след което алгоритъма приключва с „Край“.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Математичните модели за оценка на геометричните показатели на прокат са разработени в декартова координатна система.

Предложените критерии са построени на база нормативни документи, наложени в прокатното производство, като са взети под внимание и евентуални изисквания на клиента.

Създадените алгоритми на математични модели за мониторинг на геометричните показатели на прокат са тествани и тяхната работоспособност е показана в [1,2].

Въз основа на разработените алгоритми са съставени компютърни програми и електронна система за мониторинг на геометричните показатели на прокат, работещи в реализирана опитна установка.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Захаријева С., Ив.Георгиев, Т.Тошков. Математичен модел за измерване на отклонение на външни цилиндрични повърхнини без осово въртене, INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE, November 2009, GABROVO.

[2] Захаријева С., Ив.Георгиев. Математичен модел за оценка геометричните показатели на квадратни и правоъгълни прокатни профили, Научен симпозиум с международно участие “Метрология и метрологично осигуряване”, Созопол 2010.

[3] CAI Min, YANG Jiang-xin, WU Zhao-tong, Mathematical model of cylindrical form tolerance, Cai et al. / J Zhejiang Univ SCI 2004 5(7) .

[4] Liu, Y.S., Wu, Z.T., Yang, J.X., Mathematical model of size tolerance for plane based on mathematical definition. Journal of Mechanical Engineering, 37(9), 2001.

[5] Novikov B., A method of calculating deviations of the shape of cylindrical structures relative to the median cylinder, Measurement Techniques, Vol. 50, No. 6, 2007

За контакти:

Маг. инж. Снежинка Любомирова Захаријева, катедра “Електроника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082/ 888 516, email:

szahariewa@ecs.uni-ruse.bg

Доц. д-р инж. Валентин Мутков, катедра “Електроника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 246, e-mail: vmutkov@ecs.uni-ruse.bg

Ст. ас. инж. Сехер Юсниева Кадирова, катедра “Електроника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082/ 888 516, email: skadirova@ecs.uni-ruse.bg

Ас. инж. Иван Георгиев, катедра: „Числени методи и статистика“, Русенски университет “Ангел Кънчев”, email: irgeorgiev@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.