

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Запорізька політехніка»

**Advanced & Novel Technologies - Interdisciplinary
Collaboration in Materials Science (ANTICM-2025)**

Збірка матеріалів

Міжнародної науково-технічної конференції

25-27 лютого 2025 р.

Електронне видання на DVD-ROM

м. Запоріжжя

УДК 620.22
А22

*Рекомендовано до видання Вченою радою
Національного університету «Запорізька політехніка»
(Протокол № 10 від 27.05.2025)*

Редакційна колегія:

Шаломєєв В.А., проректор з наукової роботи, д.т.н., проф. (відпов. ред);
Висоцька Н.І., в.о. начальника науково дослідної частини;
Ткач Д.В., заст. зав. кафедри ФМ, к.т.н, доц.;
Смоляков О.В., д.ф.-м.н., проф. кафедри ФМ;
Гіржон В.В., д.ф.-м.н., проф. кафедри ФМ.

Упорядник Айкін М.Д.

A22

**Advanced & Novel Technologies - Interdisciplinary
Collaboration in Materials Science (ANTICM-2025):**
Збірка матеріалів міжнародної науково-технічної кон-
ференції [Електронний ресурс] / Редкол. В.А. Шаломєєв
(відпов. ред.). Електрон. дані. – Запоріжжя: НУ «Запорі-
зька політехніка», 2025. – 126 с. – 1 електрон. опт. диск
(DVD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана.

ISBN 978-617-529-513-7

Збірник матеріалів, представлених на Міжнародній науково-технічній конференції, присвяченій сучасним дослідженням у галузі матеріалознавства. Збірка включає тези доповідей, що висвітлюють результати наукових досліджень, проведених у наукових установах, університетах і підприємствах. Орієнтована на науковців, інженерів та студентів.

УДК 620.22

ISBN 978-617-529-513-7

© НУ «Запорізька політехніка», 2025

ЗМІСТ

Балицький О.І., Колесніков В.О., Іваськевич Л.М., Гаврилюк М.Р. ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ ПАРАМЕТРАМИ МІКРОСТРУКТУРИ НАВОДНЕНИХ ВИСОКОАЗОТНИХ СТАЛЕЙ ТА ЇХ ТРИБОЛОГІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ	9
Matvienko Ya.I., Katerlenko V.V., Monastyrskaya T.O., Demchenkov S.O., Trachevskii V.V. Cu-Al ALLOYS PREPARED BY VACUUM ARC MELTING: CORRELATING STRUCTURE EVOLUTION AND MECHANICAL PROPERTIES WITH AL CONTENT.....	11
Zvirko O.I., Demianchuk D.O., Tsyurulnyk O.T., Nykyforchyn H.M. EFFECT OF HYDROGEN ASSISTED STRAIN AGING ON MECHANICAL AND FRACTURE PROPERTIES OF PIPE STEEL.....	12
Venhryniuk O.I., Zvirko O.I. PREDICTING HYDROGEN DISTRIBUTION IN STEEL PIPES USING PHYSICS-INFORMED NEURAL NETWORKS.....	13
Shtoda M.M. UNIVERSAL MODEL OF HOT METAL FORMING DURING CONTINUOUS ROLLING IN CALIBERS «OVAL – CIRCLE» SYSTEM.....	14
Мордюк Б.М., Книш В.В., Соловей С.О., Закієв В.І., Котко А.В. МОДИФІКАЦІЯ ПОВЕРХНІ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ ВИСОКОЧАСТОТНИМ УДАРНИМ ОБРОБЛЕННЯМ ЗАДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ І ВИРОБІВ АВІАБУДУВАННЯ.....	16
Monastyrskaya T.O., Berezina A.L., Molebnyi O.A., Mordiyuk B.N., Kotko A.V. INFLUENCE OF SURFACE ULTRASONIC IMPACT TREATMENT ON MICROSTRUCTURE AND CORROSION BEHAVIOR OF AL-MG-SI ALLOY.....	18
Loskutov S.V., Seidametov S.V., Ershov A.V. PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF METAL-ENVIRONMENT INTERFACE.....	20

UDC 621.771.25: 001.891.573

Shtoda M.M.,

PhD, Associate Professor,

Technical University Metinvest Polytechnic LLC

UNIVERSAL MODEL OF HOT METAL FORMING DURING CONTINUOUS ROLLING IN CALIBERS «OVAL – CIRCLE» SYSTEM

Modern enterprises of hot-rolled steel section products require ever greater technological and economic efficiency from the operation of rolling mills. This can only be achieved based on deep analysis using modern methods of mathematical modeling and experimental research.

As noted in the work [1] thanks to the simulation tool, it is possible to quickly and inexpensively determine if a process is correct. But roll pass design calculated using existing software products needs a development test. Thus, the metallurgical enterprise has additional financial costs. In this case, the economic benefit of using own programs for developing and improving roll pass designs becomes clear.

The aim of this work is to develop computer program based an universal mathematical model of metal shape continuous rolling in «oval-circle» system.

The proposed model uses the variational principle of continuous medium mechanics of the minimum total power of internal and external forces of the deformation zone. The profile of billet replaced on an equivalent rectangular cut by the appropriate strip method when defining the metal shape change in each caliber of the «oval – circle» system. Also the real shape of caliber to replaced on a «smooth barrel» (Fig. 1).

In the first approximation, the deformation variational task is solved for the free rolling in first and second passes continuous mill. Then, the metal exit speed after the second pass calculated:

$$v_{m_2} = a_2 \cdot v_{b_2},$$

where a_2 – coefficient of the forward slip for second pass; v_{b_2} – average circumferential speed of the rolls in the second pass.

The speed of metal entry into the second caliber for free rolling conditions is:

$$v_{m_{0_2}} = \frac{v_{m_2}}{\lambda_2},$$

where λ_2 – коэффициент вытяжки во втором проходе.

Next the values v_{m_1} and $v_{m_{0_2}}$ compares. If $v_{m_1} > v_{m_{0_2}}$, then a compressive tension arises in the space between the stands. If $v_{m_1} = v_{m_{0_2}}$, then rolling is carried out without tensile or compressive tension between the stands. And if $v_{m_1} < v_{m_{0_2}}$, then tensile tension observed in the space between the stands.

The size of the rolled product doesn't change in the inter-stand space when the presence of a compressive tension because the distance between the stands is much larger than the cross-section of the rolled strip. Then, provided $v_{m_1} \geq v_{m_{0_2}}$ the calculation of the strip dimensions and rolling conditions in the third pass proceeds to using the method described above. If the condition $v_{m_1} < v_{m_{0_2}}$ is true, then it is necessary to specify the dimensions of the billet for the second pass of the continuous rolling mill, which reduce under the influence of tensile tension.

After this, the spreading coefficient for the specified dimensions of the billet determines in accordance with the universal variational method for calculating deformation during rolling in calibers of «oval-circle» system. And the width of the strip after rolling in the second pass is got considering the backward tension. The filling of the caliber is determined by the inverse transformation from the corresponding rectangular section into the area limited by the caliber contour and the side surface line described by the radius. This calculation procedure is maintained for all subsequent passes of the continuous mill.

The program has been developed for determining the change in the shape of the strip during continuous rolling in round and oval calibers. User can see the actual outline of the billet and the degree of caliber filling in the program's graphic window. As a result, the mill operating mode without calibers overfilling can selected.

The developed mathematical model can be used to study the metal shape change during continuous rolling on section mills in the calibers «oval – circle» system. This model is also recommended for use as a calculation module for determining the metal deformation during rolling in high-speed wire block with a integral drive.

References:

1. Pérez-Alvarado, Alejandro & Arreola-Villa, Sixtos & Calderon-Ramos, Ismael & Servín-Castañeda, Rumualdo & Rosa, Luis & Chattopadhyay, Kinnor & Morales, Rodolfo. (2021). Numerical Simulation of the Hot Rolling Process of Steel Beams. *Materials*. 14. 7038. DOI: 10.3390/ma14227038.