

УДК 621.7.35.5

**В.П. Пукалов, В.В Пукалов, доценти, кандидати технічних наук,  
Ф.И. Златопольский, Н. Н. Петренко, професори, кандидаты технических наук**  
*Кировоградский национальный технический университет (Украина)*

## Определение прогиба образующей цилиндрической поверхности и нейтральной оси при деформации осесимметричных тел

На основе теории упругости двумерной задачи получено уравнение определяющее соотношение между прогибом нейтральной оси образующей цилиндрической поверхности калиброванных валков, опирающихся на две шарнирные опоры и нагруженных сосредоточенной силой в произвольном сечении.

Установлено, что прогиб образующей цилиндрической поверхности меньше, чем прогиб нейтральной оси. Эта разница в случае коротких валков, может достигать до 11,25%.  
**прогиб, нейтральная ось, деформация, осесимметричное тело**

**В.П. Пукалов, В.В Пукалов, Ф.И. Златопольский, М. М. Петренко**  
*Кировоградський національний технічний університет (Україна)*

**Визначення прогину створюючої циліндрової поверхні і нейтральної осі при деформації осесиметричних тіл**

На основі теорії пружності двовимірного завдання отримано рівняння визначальне співвідношення між прогином нейтральної осі створюючої циліндрової поверхні каліброваних валків, які спираються на дві шарнірні опори і навантажених зосередженою силою в довільному перерізі.

Встановлено, що прогин створюючої циліндрової поверхні менший, ніж прогин нейтральної осі. Ця різниця в разі коротких валків, може досягати до 11,25%.  
**прогин, нейтральна вісь, деформація, вісесиметричне тіло**

В настоящее время к технологиям производства сельскохозяйственной техники предъявляются жесткие требования к качеству и надежности производимой продукции, что можно обеспечить, в том числе и совершенствованием оборудования для обеспечения технологического процесса производимых деталей сельскохозяйственных машин. Особую важность здесь представляет точность параметров получаемых полуфабрикатов, что позволяет значительно повысить качество выхода годного. Исследования деформаций инструмента при сортовой и листовой прокатке, как самого производительного технологического процесса получения полуфабрикатов, играют ключевую роль в их качестве.

**Анализ полученных результатов в [6] позволяет произвести расчет деформации основных составляющих инструмента сортовой прокатки.**

Определим прогиб образующей цилиндрической поверхности прокатных калиброванных валков.

Исходя из уравнения (21, 22) [6] при  $\mu = 0,3$  находим:

$$v = v_0 \left[ 1 - 0,9 \left( \frac{y}{L} \right)^2 \xi \right], \quad (1)$$

где  $\xi = x/d$  – безразмерная абсцисса;

$d$  – диаметр бочки прокатных калиброванных валков.

Анализ уравнения (1) показывает, что для определенного поперечного сечения на расстоянии  $x$  от начала координаты, т.е. для определенного значения  $\xi$ , значение прогиба любой точки сечения на расстоянии  $y$  от нейтральной оси, только зависит от прогиба этой оси и расстояния рассмотренной точки от него. Поэтому, при определении прогиба образующей цилиндрической поверхности калиброванных валков, уравнение (23) [6] является справедливым с учетом того, что значение  $d$  обозначает значение диаметра рассмотренного сечения.

Практически отношение длины бочки  $L_B$  к диаметру валков  $d$  сортовых станов различных типов колеблется в значительных пределах. При этом важно отметить, что для ряда среднесортных станов это отношение ( $L_B/d$ ) для чистовых клетей составляет 2,33...2,36, а для крупносортных станов чистовых клетей составляет 1,30...1,85 [4, 5].

Исходя из этого, можно сказать, что отношения ( $L_B/d$ ) для валков чистовых клетей сортовых станов, требующих точный расчет деформированного состояния, колеблется в пределах 1,3...2,36.

Если учесть, что длина шеек валков приблизительно равна эквивалентному диаметру  $L_{III} = d$  и равнодействующая эпюры контактных давлений располагается на расстоянии от внутреннего торца, равном  $0,35L_{III}$ , тогда можно рассматривать калиброванный валок как балку с постоянным диаметром, лежащую на двух жестких опорах, расстояние между которыми  $L$ . Следовательно, можно написать, что  $L/d = 2...3$ .

Если катающий калибр расположен посередине бочки валка, имеющий отношение ( $L/d$ ) = 2, то значение  $\lambda = 2$  из рисунка 1 находим, что  $\xi = 2$ . Тогда по уравнению (27) [7] находим, что  $\Phi_0 = 11,25\%$ .

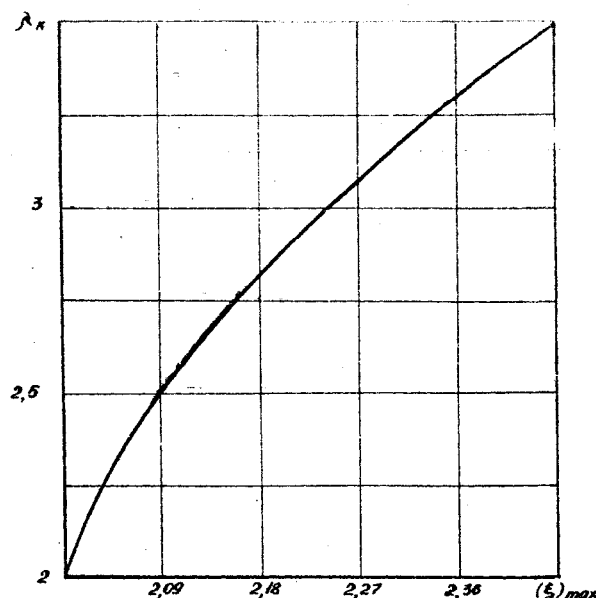


Рисунок 1 – Отношение между значением ( $L/l_1$ ) и максимальным значением параметра  $\xi$

Этот результат показывает необходимость учитывать разницу между прогибом нейтральной оси и образующей цилиндрических поверхностей, который в случаях коротких сортовых валков может достигать значительной величины.

Результат проведенних исследований подтверждается экспериментальными исследованиями работы [1 – 3] и показывает необходимость учитывать разницу между прогибом нейтральной оси и образующей цилиндрической поверхности по уравнению (25) [7].

Алгоритм и математическая модель расчета деформированного состояния образующей цилиндрической поверхности калиброванных валков, лежащих на шарнирных опорах.

На основе полученного уравнения (25) [6], переработана ранее полученная математическая модель соответственно блок-схеме, приведенной на рисунке 2.

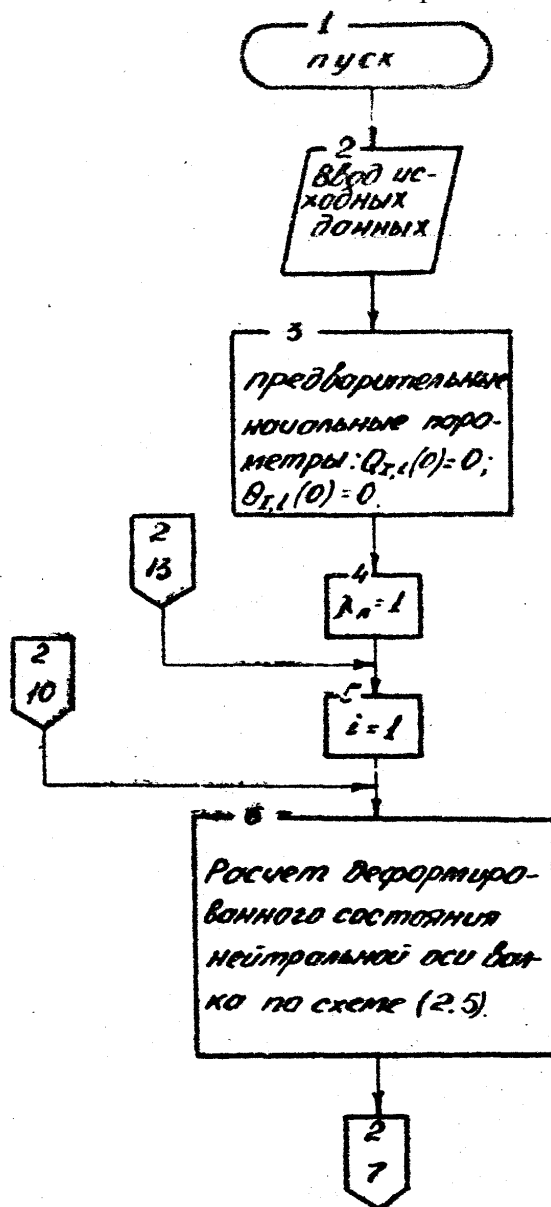


Рисунок 2 – Алгоритм расчета деформированного состояния образующей цилиндрической поверхности калиброванных валков, лежащих на жестких шарнирных опорах

Блок 6 производит расчет деформированного состояния каждого сечения изогнутой нейтральной оси вала, уравнениями (1 – 4) [6].

Блок 7 осуществляет переход к расчету прогиба образующей цилиндрической поверхности уравнением (25) [6] при значении  $\lambda_n = 2$  (рисунок 3).

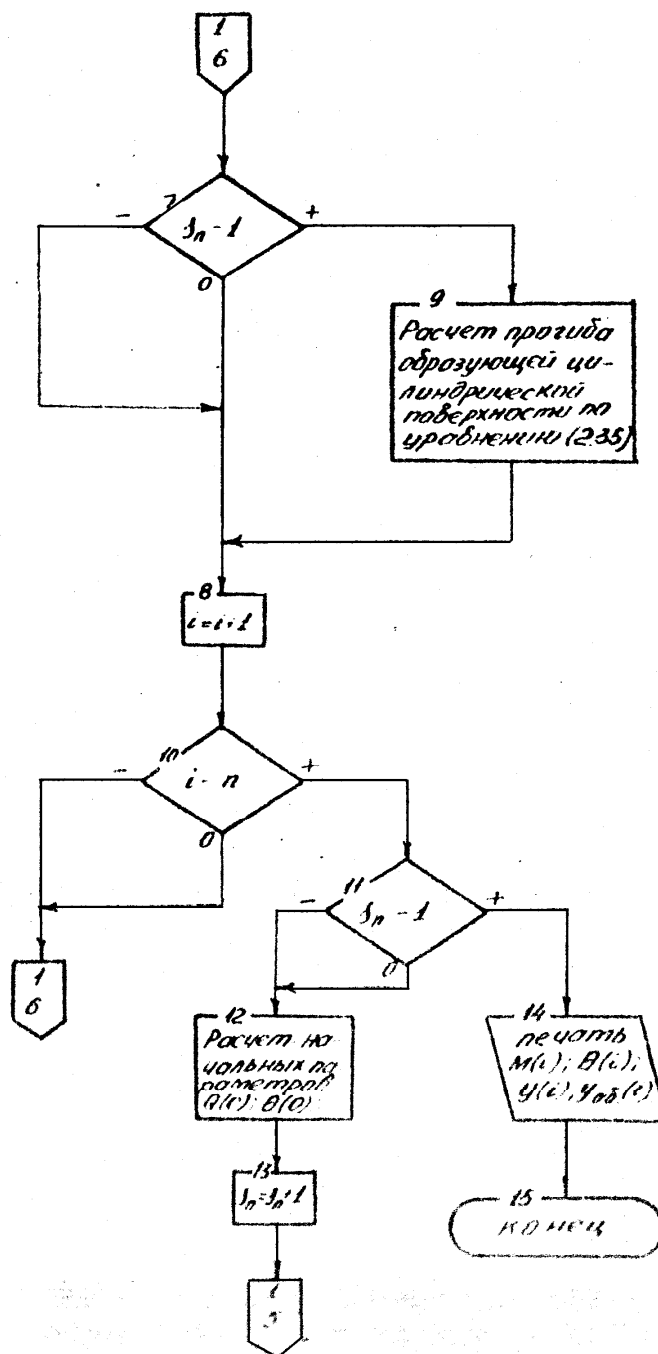


Рисунок 3 – Алгоритм расчета прогиба образующей цилиндрической поверхности по уравнению (25) [6]

Таким образом, на основе теории упругости двумерной задачи получено уравнение определяющее соотношение между прогибом нейтральной оси образующей цилиндрической поверхности калиброванных валков, опирающихся на две шарнирные опоры и нагруженных сосредоточенной силой в произвольном сечении.

Установлено, что прогиб образующей цилиндрической поверхности меньше, чем прогиб нейтральной оси. Эта разница в случае коротких валков, может достигать до 11,25%.

### Список литературы

1. Северденко А.П., Бахтинов Ю.Б., Бахтинов В.Б. Валки для профильного проката. – М: Металлургиздат, 1979.– 224с.

2. Азаренко Б.С., Афанасьев В.Д., Бровман М.Я. Прокатное производство: Справочник. – М: Металлургиздат, 1962, Том. I – 743с.
3. Эксплуатация валков обжимных и сортовых станов /Н.М. Воронков, В.П. Един, Б.Я. Шнеров и др. – М. Металлургия, 1973, – 287с.
4. Горенштейн М.М., Цилевич И.З., Мехмуров М.М. Облегченные профили проката. – Киев: Государственное издательство технической литературы, 1963. – 138с.
5. Биргер Г.А., Шорб Б.Ф., Иосилевич Г.Б. Расчет на прочность деталей машин. – М: Металлург издат, 1979. – 702с.
6. Пукалов В.П., Пукалов В.В., Златопольский Ф.И., Петренко Н. Н. Определение соотношения между прогибом нейтральной оси и образующей при деформации осесимметричных тел.// Зб. наук. праць КНТУ/ Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація/ Вип. 26. – Кіровоград: КНТУ, 2013.

**V. Pukalov, V. Pukalov, F. Zlatopolskyu, N. Petrenko**

*Kirovograd National Technical University*

#### **Determination of bending of formative cylindrical surface and neutral axis during deformation of axisymmetrical bodies**

The purpose of work is a calculation of difference of bending between a formative cylindrical surface and bending of neutral axis during deformation of axisymmetrical bodies.

On the basis of theory of resiliency of two-dimensional task equalization is got determining betweenness bending of neutral axis of formative cylindrical surface of the calibrated rollers, leanings against two joint supports and loaded with the concentrated force in an arbitrary section.

It is set that bending of formative cylindrical surface less than, than bending of neutral axis. This difference in the case of short rollers, can arrive at to 11,25%.

**bending, neutral axis, deformation, axisymmetrical body**

Одержано 18.01.13

**УДК 629.3.004**

**М.І.Черновол, проф., д-р техн. наук, І.В.Шепеленко, доц., канд. техн. наук**

*Кіровоградський національний технічний університет*

## **Пристрої для фрикційно-механічного нанесення покриттів**

У статті представлено аналіз відомих пристроїв для фінішної антифрикційної безабразивної обробки (ФАБО) фрикційно-механічним способом. Існуючі конструкції пристосувань для ФАБО мають низьку продуктивність, що перешкоджає широкому застосуванню даної обробки в промислових умовах. З метою підвищення продуктивності ФАБО запропонована конструкція пристрою, при роботі якого використовується принцип протягування шляхом зворотно-поступального руху інструмента з одночасним дискретним обертанням деталі.

**фінішна антифрикційна безабразивна обробка, фрикційно-механічний спосіб, пристрій, продуктивність**

**М. И. Черновол, И.В. Шепеленко**

*Кировоградский национальный технический университет*

**Устройства для фрикционно-механического нанесения покрытий**