

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАЛИБРОВКИ СОРТОВЫХ ПРОФИЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ DEFORM-3D

*Кинзин Д.И. – кандидат технических наук, Рычков С.С. – студент  
ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический  
университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск, Россия.*

Основным элементом технологии производства сортового проката является калибровка валков, от правильности разработки которой зависит технико-экономические и качественные показатели процесса прокатки. При этом нет четких критериев правильности калибровки того или иного профиля, более того существует бесконечное число вариантов калибровки, которые обеспечивают получение требуемого профиля проката, но отличаются друг от друга различными характеристиками. Таким образом, возникает задача выбора наилучшего варианта калибровки по тем или иным критериям.

В данной работе мы рассматривали процесс прокатки в двух клетях, при этом заготовка (квадрат 35x35 мм) на входе в первую клетку и готовый профиль (квадрат 22x22 мм) на выходе из второй были постоянными, а размеры калибра первой клетки варьировались (рис.1).

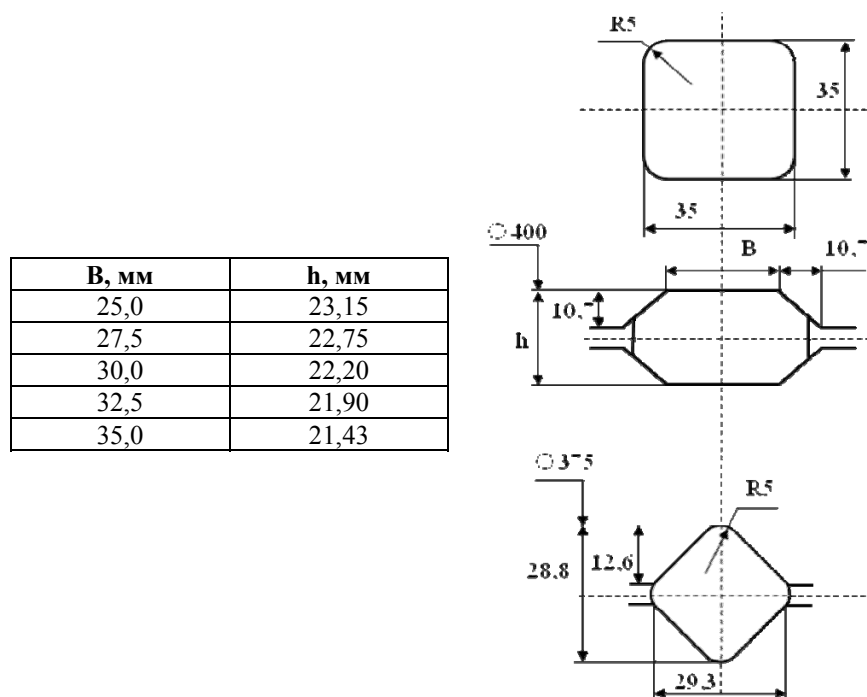


Рис. 1. Схема калибровки

Таким образом, рассматривалось несколько вариантов калибровки первой клетки (квадратный калибр второй клетки оставался неизменным), которые обеспечивали получение одинаковой ширины раската во второй клетке, а следовательно одного готового профиля. Все прочие параметры (марка стали, температура раската, диаметр валков, условия трения) оставались неизменными.

Процесс формоизменения моделировался с помощью программного комплекса [DEFORM 3D](#). Кроме того, производился расчет коэффициента эффективности калибровки [1]. Понятие коэффициента эффективности калибровки относится к вытяжным калибрам и характеризует их вытяжную способность. При прочих равных условиях различные калибры позволяют получить различное значение коэффициента вытяжки. Те калибры, которые обеспечивают больший коэффициент вытяжки, отличаются большей эффективностью.

Таким образом, коэффициент эффективности:

$$K_{\text{э}} = \frac{V_l}{V_h}, \quad (1)$$

где  $V_l$  – объем металла, смещенный в продольном направлении,  $V_h$  – объем, смещенный при обжатии металла по высоте.

Кроме того определялись суммарная работа деформации и средняя степень использования запаса пластичности на выходе из второй клетки.

Степень использования запаса пластичности является одним из факторов, определяющих вероятность образования поверхностных и внутренних дефектов проката. В программе DEFORM 3D это критерий Кокрофта-Лэтэма, который рассчитывается по формуле:

$$D = \int_0^{\bar{\varepsilon}} \frac{\sigma^*}{\sigma} d\bar{\varepsilon}, \quad (2)$$

где  $\bar{\varepsilon}$  – накопленная пластическая деформация,  $d\bar{\varepsilon}$  – приращение накопленной деформации,  $\sigma^*$  – максимальное главное растягивающее напряжение,  $\bar{\sigma}$  – интенсивность напряжений.

В результате расчетов мы определили самый эффективный из рассмотренных вариантов калибровки. Кроме того, выяснилось, что данному варианту соответствуют самые низкие работа деформации и степень использования запаса пластичности, т.е. сокращаются энергозатраты на прокатку и вероятность появления дефектов раската (табл., рис.2).

Таблица

Зависимость коэффициента эффективности, работы деформации и степени использования запаса пластичности от характеризующего размера калибра

В, мм	$K_{\varepsilon}$	A, МДж	D (среднее)	D (максимальное)
25,0	0,830	0,188	0,07	0,38
27,5	0,805	0,190	0,08	0,42
30,0	0,780	0,205	0,09	0,43
32,5	0,760	0,208	0,11	0,45
35,0	0,730	0,216	0,12	0,47

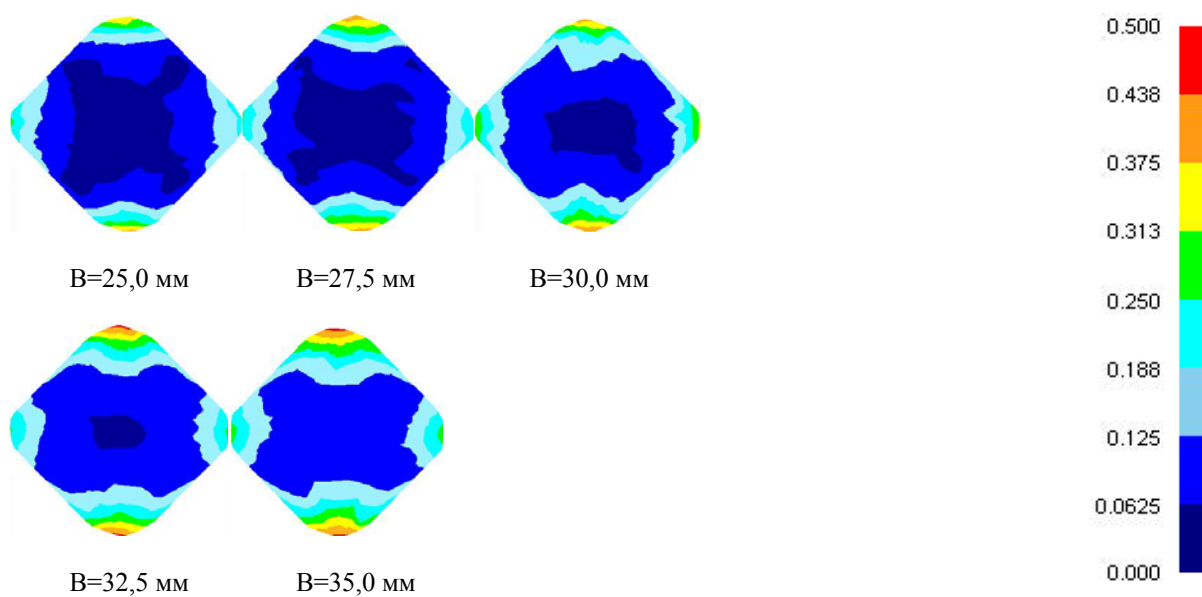


Рис. 2. Распределение степени использования запаса пластичности по сечению раската

Исходя из полученных результатов нами была выдвинута гипотеза о том, что оптимальная по критерию максимума коэффициента эффективности калибровка валков обеспечивает также минимум работы деформации и степени использования запаса пластичности. Для подтверждения данной гипотезы требуются более детальные исследования.