

АНАЛИЗ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА РАСЧЁТА УСЛОВИЙ КОНТАКТНОГО ТРЕНИЯ ПРИ ПРОКАТКЕ ЗАГОТОВОК ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЁС

Яблуновский Н.Н. (ОМД-12м)*
Донецкий национальный технический университет

В настоящее время при анализе процессов деформирования заготовок колёс широкое распространение получили методы математического моделирования, основанные на методе конечных элементов. Вместе с тем, в технической литературе отсутствует научно обоснованный метод расчёта условий контактного взаимодействия прокатных валков с колёсной заготовкой. На его создание и направлена настоящая работа.

В предложенном методе представлена схема нахождения толщины слоя металла с однородным напряженно-деформированным состоянием (НДС).

Примем, что при прокатке модель трения можно записать через напряжения в виде условия Амантона:

$$t_{cp} = fP_{cp}, \quad (1)$$

где P_{cp} – среднее значение контактного давления, полученное на основе экспериментальных данных с действующего КПС.

Модель трения в виде условия Э. Зибеля, как известно, записывается в виде:

$$t_{cp} = f_{\sigma}\sigma_s, \quad (2)$$

где f_{σ} – показатель сил трения; σ_s – напряжения текучести деформируемого металла, Н/мм².

В предложенном методе учтено, что деформация не проникает через всю толщину прокатываемой полосы.

Расчёт напряжения трения металла (σ_s) находим для слоя полосы, в котором напряженное состояние обжимаемого валком металла можно считать однородным.

Толщину вышеуказанного слоя примем равной XD (рисунок). Для нахождения XD была найдена следующая формула:

$$\text{Нодн} = XD = \cos(\gamma + \delta) \cdot BD, \quad (3)$$

где γ – меньший угол криволинейного треугольника (представленного на схеме прямолинейным) выделенных из поля линий скольжения для случая прокатки высоких полос; δ – угол, который равен $\arcsin(\Delta h/l_d)$.

* Руководитель – к.т.н., доцент кафедры ОМД Снитко С.А.

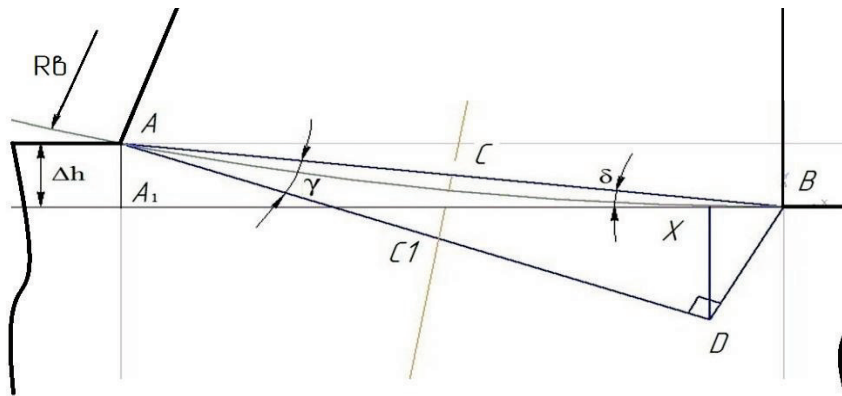


Рисунок – Схема контактного взаимодействия наклонного валка с заготовкой

$$\gamma = 0,5 \cdot \arccos(2n_{\sigma} \cdot f), \quad (4)$$

где n_{σ} – коэффициент, учитывающий влияние напряженного состояния металла на контактное давление, определяется по формуле Г.Н. Башилова; f_{cp} – коэффициент трения, определяемый из условия Амантона:

$$f_{cp} = 0,5(\operatorname{tg}(\alpha_{max}/2) + 1/2n_{\sigma}), \quad (5)$$

где α_{max} – максимально возможный угол захвата.

Средняя по длине очага степень деформации металла при прокатке (ε), при этом рассчитывалась с учетом рекомендаций Л.В. Андреюка по следующей формуле:

$$\varepsilon = (2/3) \cdot (\Delta h/h_0), \quad (6)$$

Расчет скорости деформации при прокатке (U) выполняли по формуле Н.Н. Крейдлина:

$$U = (2/3) \cdot (V_b/l_d) \cdot \ln(h_0/h_1), \quad (7)$$

где V_b – окружная скорость валков, об/мин; h_0 , h_1 – толщина полосы до и после прокатки соответственно, мм.

Таким образом, приравнивая правые части формул (1) и (2) и подставляя в них найденные значения f , P_{cp} , и σ_s , получим экспериментально-теоретическую формулу для расчета показателя сил контактного трения:

$$f_{\sigma} = f \cdot P_{cp}/\sigma_s, \quad (8)$$

Установлено, что в диапазоне изменения технологических факторов, существующих на практике, используемых при расчете в качестве исходных данных, величина $f\sigma$ на контакте с верхним наклонным валком изменяется в пределах от 0,27 до 0,44, а величина $f\sigma$ на контакте с нижним наклонным валком изменяется в пределах от 0,21 до 0,32.