

УДК 621.771.011

**О. В. Водопьянова<sup>\*</sup>, Н. А. Страшкова, С. О. Непряхин**

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

*\*ol.vodopianova@gmail.com*

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАССОГЛАСОВАНИЯ СКОРОСТЕЙ ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ ПРОКАТКЕ НА ФОРМОИЗМЕНЕНИЕ

На основе применения компьютерного моделирования в Deform 3D выполнен анализ влияния рассогласования скоростей при непрерывной прокатке на изменения технологических параметров процесса. По результатам вычислительного эксперимента получены графики изменения ширины полосы в зависимости от отклонения скорости прокатки и согласованного режима.

*Ключевые слова:* непрерывная прокатка, натяжение, подпор, напряжение, моделирование

**O. V. Vodopianova, N. A. Strashkova, S. O. Nepryakhin**

## RESEARCH OF THE SPEED MISMATCH EFFECT DURING CONTINUOUS ROLLING ON FORMING

Based on the use of computer modeling in Deform 3D the analysis of the effect of speed mismatch during continuous rolling on changes in process technological parameters is performed. The graphs of the width change of the bar depending on the deviation of the rolling speed from the matched mode are obtained.

*Key words:* continuous rolling, tension, dam, stress, simulation

С целью определения закономерностей влияния рассогласования скоростей при непрерывной сортовой прокатке по схеме овал—круг — овал был проведен неполный факторный анализ. В качестве факторов, влияющих на технологические параметры процесса прокатки, выбрали отклонение частоты вращения валков в рассматриваемой клетки (первая и/или третья) от частоты вращения валков в соответствии согласованным режимом, определяемым по результатам моделирования.

Отклонение частоты вращения валков в рассматриваемой клетке  $n_{\phi}$  от частоты вращения валков в согласованном режиме  $n_c$  рассчитывали по формуле

$$X = \frac{n_{\phi} - n_c}{n_c} \cdot 100 \%$$

Рассогласование скоростей между первой и второй клетями обозначены  $X_1 = (-10 \div 10)$ , рассогласование скоростей между второй и третьей клетями —  $X_2 = (-10 \div 10)$ . Знак «-» для рассогласования скоростей указывает на снижение скорости в первой или третьей клетке, что определяет появление сил заднего натяжения или переднего подпора соответственно. Знак «+» — на повышение скорости в первой или третьей клетке, что определяет появление сил заднего подпора или переднего натяжения соответственно.

При совокупности значений рассогласования скоростей с применением программного комплекса DEFORM-3D поставлены и решены задачи прокатки в трех смежных клетях по схеме овал—круг—овал.

В результате определили значение ширины полосы  $b$ , выходящей из третьей клетки (круглый калибр).

В соответствии с составленным планом были проведены расчеты при 15 сочетаниях отклонения частоты вращения валков от согласованного режима. При этом получен соответствующий массив численных значений указанных выше параметров в зависимости от исходных условий:  $b = f(X_1, X_2)$ .

Для оценки влияния скоростного режима прокатки на уширение были произведены измерения ширины полосы на выходе из второй клетки, при создании натяжения (подпора) первой клетью и создании дополнительного натяжения (подпора) третьей клетью.

По результатам моделирования построены графики зависимости влияния скоростного режима на изменение ширины полосы (рис.).

Анализируя графики, следует отметить, что при режиме прокатки с задним натяжением (т. е. с уменьшением скорости в первой клетке) ширина полосы уменьшается, также как и при воздействии переднего натяжения (т. е. с увеличением скорости в третьей клетке). Таким образом, в очаге деформации происходит утяжка полосы.

Полученные результаты качественно подтверждают теоретические представления по влиянию натяжения (подпора) на уширение [1; 2].

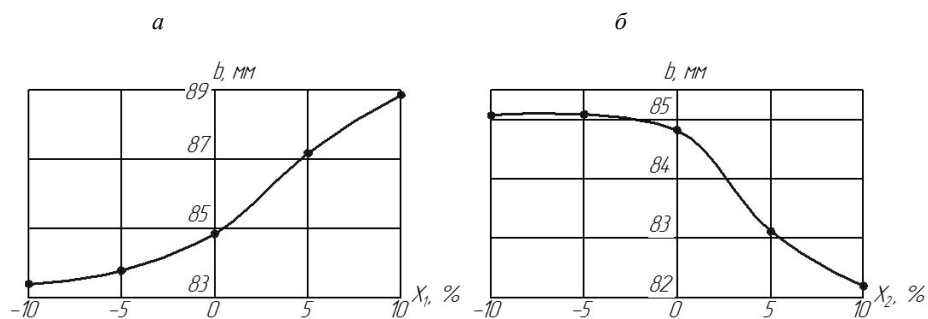


Рис. Влияние скоростного режима на ширину полосы:

*a* — заднее натяжение (область «-») и подпор (область «+»);  
*б* — переднее натяжение (область «+») и подпор (область «-»)

Натяжение уменьшает величину уширения металла в валках и при значительном натяжении не исключено получение брака изделия из-за невыполнения ширины профиля вследствие непредусмотренного уменьшения уширения металла.

При прокатке с подпором ширина полосы в калибре увеличивается, что связано с накоплением металла на входе и выходе из очага деформации.

Так, необходимо отметить, что при прокатке с одновременным натяжением и подпором величина ширины полосы по длине на протяжении процесса изменяется, что отрицательно сказывается на точности профиля.

В результате выполненной работы установлено, что переднее натяжение оказывает большее влияние на формоизменение полосы, чем заднее натяжение. Вероятно, это связано со значительным уменьшением зоны отстаивания, где происходит основное уширение, и увеличением зоны опережения.

Данные выводы согласуются с выводами работы [3] о том, что при деформации по схеме «равноосное сечение — неравноосное сечение» (в нашем случае схема прокатки в 2 и 3 клетях «круг—овал») наиболее существенное влияние на поперечное формоизменение профиля оказывает переднее натяжение.

При прокатке по схеме «неравноосное сечение — равноосное сечение» (в нашем случае схема прокатки во 1 и 2 клетях «овал—круг») наибольшее влияние на формоизменение оказывает задний подпор, что также согласуется с выводами других авторов [3].

Наибольшее влияние на формоизменение происходит при одновременном воздействии переднего и заднего натяжения (подпора).

### **Литература**

1. Прокатка на мелкосортных станах: учебное пособие / А. П. Чекмарев [и др.]. М. : Metallurgy, 1967. 366 с.
2. Громов Н. П. Теория обработки металлов давлением. М. : Metallurgy, 1978. 360 с.
3. Салганик В. М., Тулупов Д. Н. Исследование и совершенствование процесса непрерывной сортовой прокатки с натяжением // Производство проката. 2004. № 7. С. 26–31.