

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛА МЕТОДОМ СПП С ОДНИМ ПРИВОДНЫМ ВАЛКОМ

Самчук А.П.

научный руководитель доктор технических наук Сидельников С.Б.

*Сибирский Федеральный Университет*

В данной работе были проведены исследования течения металла на установке совмещенной прокатки-прессования (СПП) с начальным диаметром валков 200 мм. Приводным валком служил валок с канавкой, а неприводным - с выступом. Для изучения формоизменения металла путем остановки валков был получен составной недокат (рис. 1), состоящий из двух прямоугольных образцов отлитых из алюминия. На смыкающиеся поверхности была нанесена механическим путем координатная сетка размерами  $2,5 \pm 0,2$  мм.

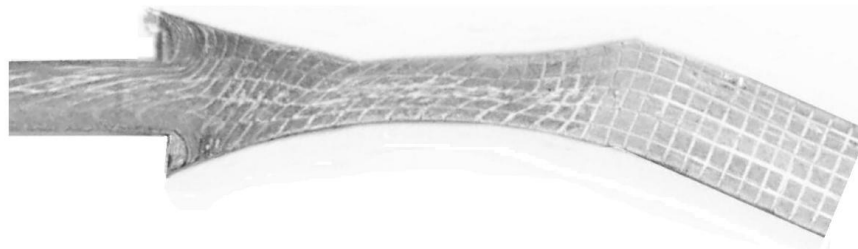


Рисунок 1 - Недокат, полученный на установке СПП-200 с одним приводным валком

Далее образцы подвергались прокатке-прессованию и по искажению ячеек сетки судили об особенностях течения металла при реализации заданной схемы совмещенной обработки. Измерение геометрических параметров координатной сетки для различных линий тока проводили с помощью программного комплекса AutoCAD по сканированному снимку, имеющему размер  $3768 \times 3574$  пикселей. Отсканированный недокат был обрисован ломанной линией, точки преломления располагались на углах решетки. Пример измерения представлен на рисунке 2, Полученные данные (табл. 1) были занесены в программный пакет Excel.

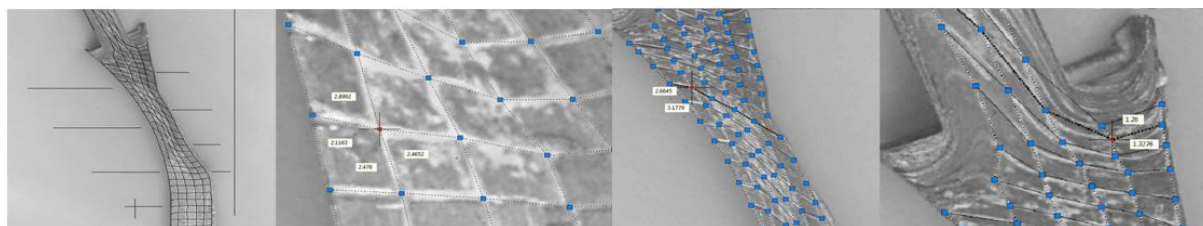


Рисунок 2 - Измерение размеров координатной сетки при помощи пакета AutoCAD.

Таблица 1 - Параметры координатной сетки для осевой линии

№ ячейки	A	B	C	D	$\alpha$ град
1	2,6288	2,5040	2,2065	2,5588	88
2	2,6527	2,7298	2,2016	2,7934	86
3	2,6774	2,4184	2,2100	2,4129	83
4	2,7274	2,3122	2,2370	2,6736	69
5	2,6723	2,0608	2,1968	2,4780	63
6	2,7379	2,5056	2,1163	2,8992	41

7	2,3379	2,4355	2,3571	3,7206	41
---	--------	--------	--------	--------	----

Обработка этих данных по имеющейся методике позволила определить горизонтальные и вертикальные перемещения узлов координатной сетки, а также изменение горизонтальных и вертикальных составляющих скоростей течения металла. Графически эти данные приведены на рис. 3,4.

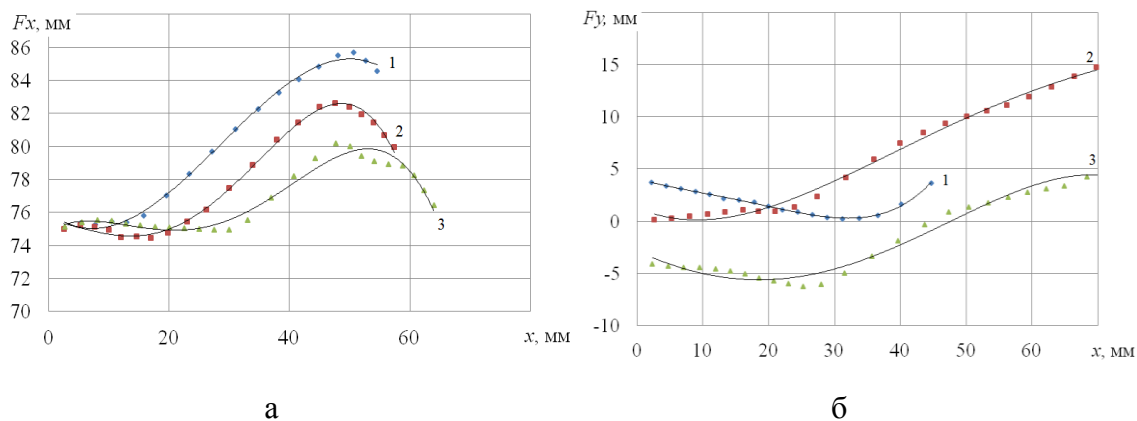


Рисунок 3 - График распределения по сечению образца горизонтальных перемещений  $F_x$  (а) и вертикальных перемещений  $F_y$  (б) узлов координатной сетки: 1 – контактная линия тока со стороны приводного вала; 2 – осевая линия тока; 3 – контактная линия тока со стороны неприводного вала.

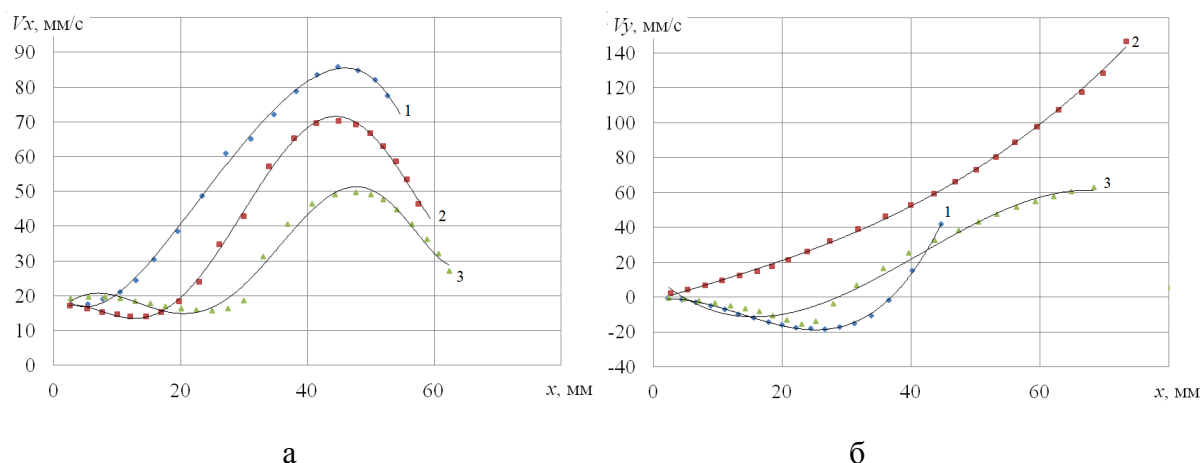


Рисунок 4 - Изменение горизонтальных составляющих  $V_x$  (а) и вертикальных составляющих  $V_y$  (б) скорости течения металла: 1 – контактная линия тока со стороны приводного вала; 2 – осевая линия тока; 3 – контактная линия тока со стороны неприводного вала

В результате исследований было установлено, что на входе в очаг деформации заготовка изгибается в сторону приводного вала, а со стороны вала с выступом, который не приведен в движение, образуется наплыв металла, что вызвано разностью скоростей течения металла в различных частях заготовки. В момент максимального обжатия при прокатке боковые стенки калибра имеют полный контакт с боковыми гранями заготовки, как и в случае с двумя приводными валами. После прохождения зоны максимального обжатия при прокатке наблюдается отставание металла от поверхности неприводного вала (вала с выступом), что так же обусловлено различными скоростями течения металла. Перед матрицей металл осаживался и

распрессовывался по высоте калибра до размера, равного высоте матрицы, и частично выдавливается в отверстие матрицы. Анализируя течение металла со стороны зеркала матрицы, можно отметить, что оно имеет радиальный характер, что соответствует известным закономерностям прессования. В месте перехода от распрессованной части заготовки к прутку имеется пережим, что свидетельствует об упругой деформации матрицы.

Анализируя графики, полученные при прокатке-прессовании с одним приводным валком, отметим, что контактная линия тока, приближенная к приводному валку, изменяется аналогично линиям тока при прокатке-прессовании с двумя приводными валками. Другие же линии явно отличаются от случая с двумя приводными валками. Их характер позволяет сделать вывод о том, что течение металла при прокатке имеет разный характер, так как перемещение металла в направлении прокатки различно в зависимости от наличия активных и реактивных сил трения на контактных поверхностях. Перемещение ординат узлов координатной сетки у линии тока, прилежащей к приводному валку, начинается еще до геометрического очага, причем она изгибается в сторону, противоположную направлению прокатки, что схоже со случаем с двумя приводными валками. Однако, частицы металла, находящиеся на контакте с приводным валком, опережают осевые слои металла, и слои, находящиеся со стороны неприводного валка.

Со стороны неприводного валка опережение частиц металла, находящихся на контакте на начальной стадии процесса, практически отсутствует, но при приближении к зоне максимального обжатия заготовки при прокатке линии тока начинают изгибаться по направлению прокатки в силу разности скоростей.

При входе металла в зону распрессовки при прокатке-прессовании с одним приводным валком на графике (рис. 3) наблюдается ярко выраженный спад перемещения вдоль оси прокатки, что нельзя сказать про характер их изменения, полученный при прокатке-прессовании с двумя приводными валками. Также со стороны неприводного валка происходит отставание металла от поверхности валка, что можно объяснить разностью скоростей перемещения различных слоев металла.

Анализ графиков изменения горизонтальных и вертикальных составляющих скоростей при процессе СПП с одним приводным валком, позволяет сделать вывод, что наименьшей скоростью в заготовке обладают слои металла со стороны неприводного валка. Самое высокое значение изменения горизонтальной составляющей (рис. 4 а) скорости течения металла  $V_x$  имеют частицы заготовки, находящиеся со стороны приводного валка. Отличительной особенностью графика (рис. 4 б) вертикальной составляющей  $V_y$  является значительное изменение скорости для осевых слоев металла, в отличие от процесса СПП с двумя приводными валками. При процессе СПП с двумя приводными валками изменение скорости осевых слоев металла незначительно. Для контактных слоев металла скорость  $V_y$  уменьшается на участке кривой от входа металла в очаг деформации до плоскости, проходящей через общую ось валков. Далее в зоне распрессовки металла происходит увеличение составляющей скорости, которое достигает максимального значения перед матрицей.

Таким образом, с помощью метода координатной сетки проведено сравнение течения металла для процессов совмещенной прокатки-прессования с одним и с двумя приводными валками.

В дальнейшем полученные данные были использованы для анализа и сравнения результатов моделирования для процесса СПП с одним приводным валком, проведенного с помощью программного пакета DEFORM 3D, при этом было установлено, что картина течения металла в изучаемом процессе СПП с одним

приводным валком соответствует опытным данным, полученным методом координатной сетки.