

ВЛИЯНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ДЕФОРМАЦИИ ПО ШИРИНЕ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ ПРИ ПРОКАТКЕ В КАЛИБРАХ

Ершов С.В., Мостипан Е.Е. (ДГТУ, г. Днепродзержинск)

Рассмотрены вопросы влияния обжатия, а так же формы и месторасположения поверхностных дефектов на их формоизменение при прокатке профиля со значительной неравномерностью обжатия по ширине полосы

Введение. Существующие зависимости для определения глубины поверхностных дефектов после их формоизменения в процессе прокатки, связывают параметры трансформации дефектов, в большинстве случаев, только с общей степенью деформации металла. Это затрудняет использование данных зависимостей при прогнозировании формоизменения поверхностных дефектов в случае прокатки в калибрах с большой неравномерностью деформации по ширине.

Состояние вопроса. Исследования Ю. М. Чижикова [1] и Ю.В. Зильберга [2, 3] позволили установить зависимость между параметрами технологии и геометрическими параметрами поверхностных дефектов. Однако эти работы не учитывают неравномерность течения металла в калибре при определении геометрических размеров дефекта после трансформации.

Поэтому были проведены несколько серий экспериментов по прокатке в разрезном калибре с целью определения влияния расположения искусственного дефекта на его формоизменение при деформации с большой неравномерностью обжатия по ширине [4, 5]. Для исследований была выбрана схема деформации в разрезном калибре, как наиболее ярко иллюстрирующая неравномерность деформации, поскольку здесь присутствуют зоны, как с большим, так и малым обжатием.

В работах [4, 5] изложены результаты исследований, когда дефекты наносились на поверхность образца в зоне, обжимаемой гребнем (рис. 1, позиция а) и зоне, где происходила утяжка высоты полосы (рис. 1, позиция б). Для полноты картины в данной работе рассмотрены случаи трансформации поверхностных дефектов, находящихся в зоне, где наблюдается эффект наплыва (рис. 1, позиция в).

Постановка задачи.

Выполнить экспериментальные исследования по прокатке в разрезном калибре для выявления закономерностей трансформации поверхностных дефектов, находящихся в зоне, где наблюдается эффект наплыва.

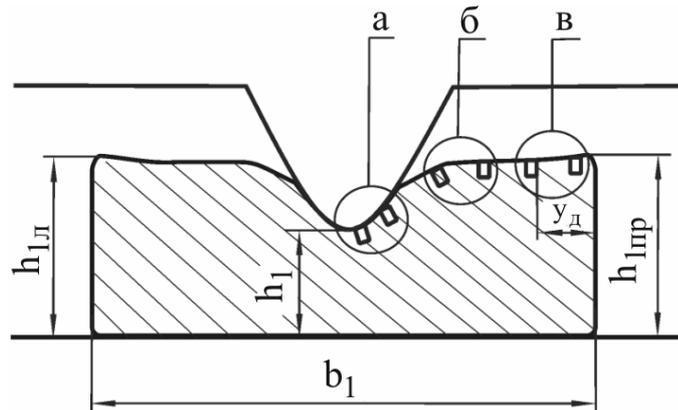


Рисунок 1 – Схема деформации прямоугольной полосы в разрезном калибре: а – расположение дефектов при значении фактора $m_3 = y_d/b_0 = 0,42-0,48$; б – тоже при $m_3 = y_d/b_0 = 0,23-0,35$; в – $m_3 = y_d/b_0 = 0,10-0,21$

Методика проведения экспериментальных исследований.

Исследования проводились на стане 300 прокатной лаборатории Днепродзержинского государственного технического университета. В качестве образцов использовались свинцовые заготовки сечением 20 x 40 мм, длиной 300 мм. Валки изготавливались из стали 45 без термической обработки.

Размеры искусственных дефектов до и после прокатки измерялись при помощи инструментального микроскопа с точностью $\pm 0,005$ мм. Статистический анализ производился при помощи программного пакета Statistica 6.

Схема обозначения размеров исходных дефектов представлена на рис. 2. После прокатки измерялись два параметра, характеризующие глубину дефекта: высота правой $h_{1прд}$ и левой $h_{1лд}$ стенок дефекта, и два параметра, характеризующие ширину: ширина по дну $b_{1дн}$ и по верху дефекта b_v .

Для проведения исследования был составлен план эксперимента, позволяющий изучить влияние на течение металла трех факторов:

- коэффициента обжатия $m_1 = h_0/h_1 = 1,33 - 2,00$;
- коэффициента формы дефекта $m_2 = h_{0прд}/b_{0дн} = 1,0 - 2,0$;
- коэффициента положения дефекта $m_3 = y_d/b_0 = 0,10 - 0,20$,

где h_0, h_1 – начальная и конечная высота полосы;

$h_{0прд}, b_{0дн}$ – высота и ширина искусственного дефекта до деформации;

b_0 – начальная ширина полосы;

y_d – расстояние от правого края полосы до правой стенки дефекта.

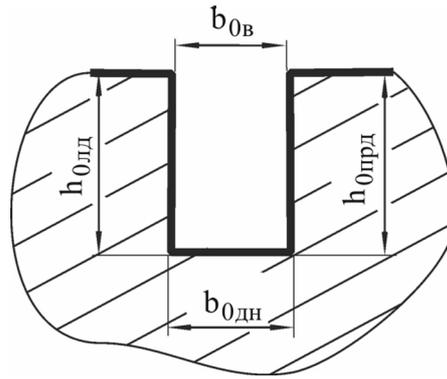


Рисунок 2 – Геометрические параметры дефекта до деформации

Условия опытов, размеры образцов и искусственных дефектов до и после прокатки представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Условия и результаты исследования

№				Размеры полосы					
	m_1	m_2	m_3	h_0 , мм	b_0 , мм	h_1 , мм	$h_{л.}$, мм	$h_{пр.}$, мм	b_1 , мм
1	1,33	0,98	0,10	20,0	40,0	15,0	19,0	19,0	42,5
2	2,02	0,99	0,11	20,2	40,0	10,0	18,0	18,6	46,2
3	1,33	1,81	0,10	20,0	40,5	15,0	19,0	19,3	42,5
4	2,00	1,89	0,10	20,0	40,0	10,0	18,0	18,5	46,0
5	1,33	0,93	0,20	20,0	40,1	15,0	19,0	19,5	42,0
6	2,00	0,96	0,19	20,0	40,1	10,0	18,5	18,6	46,0
7	1,33	1,84	0,20	20,0	40,0	15,0	19,0	19,5	42,0
8	2,00	1,85	0,19	20,0	40,2	10,0	18,0	19,0	46,0

Размеры искусственных дефектов											
№	$h_{0д.}$, мм	$b_{0д.}$, мм	$u_{д.}$, мм	$h_{1л.}$, мм	$h_{1пр.д.}$, мм	$b_{1дн.}$, мм	$b_{1в.}$, мм	$\frac{h_{л.}}{h_{0д.}}$	$\frac{h_{пр.}}{h_{0д.}}$	$\frac{b_{дн.}}{b_{0д.}}$	$\frac{b_{в.}}{b_{0д.}}$
1	2,15	2,19	4,15	1,84	1,77	1,60	1,78	2,15	2,19	4,15	1,84
2	2,15	2,17	4,35	1,55	1,57	2,15	2,42	2,15	2,17	4,35	1,55
3	3,90	2,15	4,15	3,75	3,65	1,77	1,85	3,90	2,15	4,15	3,75
4	4,10	2,17	4,05	3,67	3,35	2,01	2,66	4,10	2,17	4,05	3,67
5	2,07	2,22	7,86	2,10	1,95	1,90	2,30	2,07	2,22	7,86	2,10
6	2,15	2,25	7,70	2,20	1,75	1,82	2,35	2,15	2,25	7,70	2,20
7	3,95	2,15	8,00	3,97	4,00	1,91	2,15	3,95	2,15	8,00	3,97
8	4,08	2,20	7,65	3,65	3,77	1,67	2,10	4,08	2,20	7,65	3,65

Анализ полученных результатов.

Данные табл. 1 были подвергнуты корреляционному анализу для выяснения зависимости коэффициента уменьшения высоты левой стенки дефекта (находящейся ближе к зоне деформации) $h_{1лд}/h_{0лд}$, коэффициента обжатия правой стенки дефекта $h_{1прд}/h_{0прд}$, коэффициента уширения дефекта по дну $b_{1дн}/b_{0дн}$ и коэффициента уширения дефекта по верху $b_{1в}/b_{0в}$ от факторов m_1 , m_2 и m_3 .

Значения коэффициентов корреляции для этих параметров представлены на рис 3.

В результате анализа значений коэффициентов корреляции можно утверждать, что обжатие оказывает заметное влияние на изменение величины глубины и ширины дефекта, при этом с увеличением обжатия глубина дефекта уменьшается, а ширина увеличивается, происходит раскрытие дефекта. Месторасположение дефекта оказывает сильное влияние на глубину дефекта, и не влияет на изменение ширины. Так же видно, что начальная глубина дефекта не оказывает влияние на изменение всех параметров, кроме величины $h_{1прд}/h_{0прд}$. Такой сложный характер формоизменения объясняется сложным течением металла в исследуемой области.

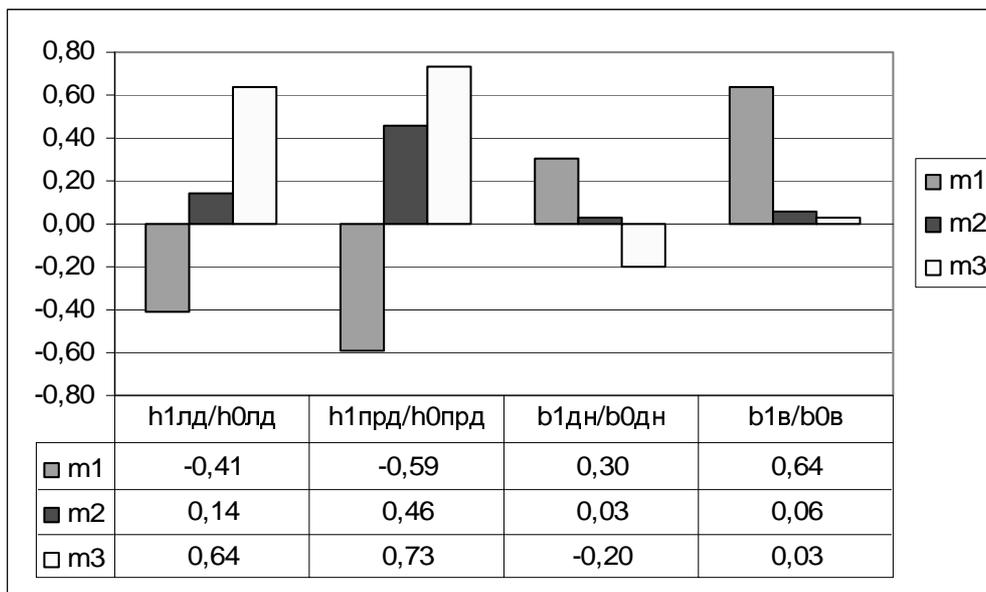


Рисунок 3 – Коэффициенты корреляции

Кроме того, были определены уравнения регрессии для определения геометрических параметров дефекта. Для параметра $h_{1лд}/h_{0лд}$ фактор m_2 признан статистически незначимым и уравнение регрессии имеет вид $h_{1лд}/h_{0лд} = 3,578 - 0,0291m_1 - 40,085m_3 + 138,649m_3^2$. Коэффициент множественной корреляции для этого уравнения равен 0,81, что говорит о высокой степени взаимосвязи исследуемого параметра и факторов эксперимента m_1 и m_3 .

Для параметра $h_{1\text{прд}}/h_{0\text{прд}}$ уравнение регрессии имеет вид $h_{1\text{прд}}/h_{0\text{прд}} = 0,180 - 0,180m_1 + 0,117m_2 + 10,93m_3 - 32,98m_3^2$. Коэффициент множественной корреляции для этого уравнения равен 0,98.

Для параметра $b_{1в}/b_{0в}$ уравнение регрессии имеет вид $b_{1в}/b_{0в} = 0,613 + 0,235m_1$. Коэффициент корреляции для этого уравнения равен 0,64.

Вывод.

Установлено, что при прокатке в разрезном калибре, когда дефект оказывается на поверхности не обжимаемой гребнем и близкой к краю, где наблюдается эффект «наплыва», в диапазоне значений коэффициента обжатия $h_0/h_1 = 1,33 \div 2,00$ и параметра положения дефекта $y_d/b_0 = 0,10 \div 0,20$ обжатие полосы и местоположение дефекта оказывают заметное и близкое по силе влияние на глубину дефекта после прокатки. При этом на изменение ширины определяющее влияние оказывает только обжатие полосы.

Литература

1. Чижиков Ю. М., Кондрашин С. Е. Влияние формы и размеров исходного слитка на качество поверхности железнодорожных рельсов. *Сталь*. – 1972. - №11, с.1009-1111.
2. Зильберг Ю.В. Исследование закономерностей формоизменения поверхностных дефектов при прокатке. *Сталь*. – 1997. - №10, с.44-464.
3. Зильберг Ю.В., Родман М.М., Ревякин С.В., Боровенский Е.А. Изменение поверхностных дефектов при прокатке трубной заготовки из коррозионностойкой стали // *Сталь*. – 1991. – №10, с.33-36.
3. Ершов С.В., Мостипан Е.Е. Экспериментальное исследование трансформации поверхностных дефектов при прокатке в условиях неравномерной деформации. *Теория и практика металлургии*. – 2008. - №1, с. 35-39.
4. Ершов С.В., Мостипан Е.Е., Демина Н.А. Экспериментальное исследование влияния технологических факторов на трансформацию поверхностных дефектов при прокатке в условиях неравномерной деформации. Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні. Тематичний збірник наукових праць. Краматорськ: ДДМА, 2008, с.201-205.

© Ершов С.В., Мостипан Е.Е. 2008