

РОЗДІЛ «ПРОКАТНЕ ВИРОБНИЦТВО»

УДК 621.771.01

МАКСИМЕНКО О.П., д. т. н., професор
ЛОБОЙКО Д.И., аспірантка

Днепродзержинский государственный технический университет

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ОСТАТОЧНОГО ОБЪЕМА МЕТАЛЛА

Введение. До последнего времени существовало устойчивое мнение о том, что объем металла, который находится в очаге деформации при установившемся процессе за время смыкания линии АО (рис.1) угла захвата α с линией ОБ, полностью выходит из очага деформации, т.е. за время t смыкания угла захвата весь объем металла V_e из очага деформации успевает выйти. Однако, как показывают экспериментальные исследования [1], это утверждение не всегда выполняется. Результаты опытов, приведенных в этой работе, показали, что часть металла спустя время t остается в межвалковом пространстве, этот объем металла авторы [1] назвали остаточным.

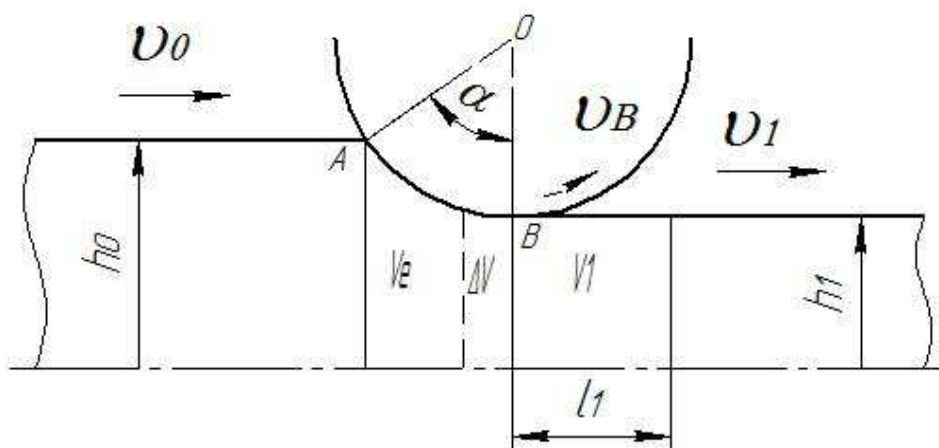
Постановка задачи. Исследования преследовали цель теоретическим путём проанализировать возможность появления остаточного объема металла в очаге деформации, оценки его величины, а также изучить, какие факторы и как влияют на величину этого объема металла.

Результаты работы. Рассмотрим схему очага деформации (рис.1) и определим время, за которое валок проходит путь, равный длине контактной зоны АВ. Оно равно:

$$R\alpha = v_a \cdot t, \quad (1)$$

где t – время смыкания угла α , т.е. совмещения стороны АО со стороной ОБ;

v_a – линейная скорость вращения валков.



V_e – объем металла в очаге деформации;

V_1 – объем металла, вышедший из очага деформации за время t ;

ΔV – объем металла, который остается в очаге деформации

Рисунок 1 – К определению остаточного объема в очаге деформации

Из (1) находим время смыкания угла α :

$$t = \frac{R\alpha}{v_6}. \quad (2)$$

Определим длину раската (рис.1), который успевает выйти из очага деформации за время t :

$$l_1 = v_1 \cdot t, \quad (3)$$

где v_1 – скорость полосы при её выходе из очага деформации.

С учетом (2) выражение (3) примет вид:

$$l_1 = v_1 \frac{R\alpha}{v_6}. \quad (4)$$

Для определения факторов, влияющих на величину остаточного объема в очаге деформации, на основе выше приведенных формул приведем неравенство, в котором правая часть соответствует объему металла в очаге деформации, а левая – объему металла, вышедшему из контактной зоны за время t :

$$R\alpha \cdot \frac{h_0 + h_1}{2} b_{cp} > l_1 b_1 h_1,$$

где $R\alpha$ – длина очага деформации;

h_0 – начальная высота, прокатываемой заготовки;

h_1 – конечная высота, прокатываемой заготовки;

b_{cp} – средняя ширина раската;

b_1 – конечная ширина прокатанной полосы.

Подставив значение (4) в вышеприведенное неравенство, получим:

$$R\alpha \cdot \frac{h_0 + h_1}{2} b_{cp} > v_1 \frac{R\alpha}{v_6} b_1 h_1,$$

или

$$\frac{h_0 + h_1}{2h_1} \cdot \frac{b_{cp}}{b_1} > \frac{v_1}{v_6}.$$

Учитывая, что $\frac{v_1}{v_6} = 1 + S$ (S – опережение полосы), окончательно имеет:

$$A = \left(\frac{h_0 + h_1}{2h_1} \cdot \frac{b_{cp}}{b_1} - 1 - S \right) > 0, \quad (5)$$

Таким образом, при выполнении неравенства (5) в очаге деформации должен возникать остаточный объем металла ΔV .

Анализируя неравенство (5), можно утверждать, что остаточный объем металла в очаге деформации зависит от уширения и опережения полосы, обжатия её и начальной толщины. Кроме этого, через опережение на этот объем металла могут влиять зона опережения, коэффициент трения и диаметр валков. На графиках рис.2 показано, при каких параметрах процесса прокатки возникает остаточный объем металла ΔV в очаге деформации. Как видно, область, где критерий A является положительным, соответст-

вует случаям, когда в зоне контакта полосы с валками возникает остаточный объем металла. При отрицательных значениях этого критерия за время t весь объем металла успевает выйти из очага деформации, и остаточный объем в нём не возникает. Следует заметить, что графики, приведенные на рис.2, соответствуют случаям прокатки широких полос, когда $\frac{b_1}{b_0} = 1$. С увеличением обжатия, толщины полосы, уширения металла и уменьшением коэффициента трения, радиуса валков, опережения, угла нейтрального сечения остаточный объем металла ΔV возрастает.

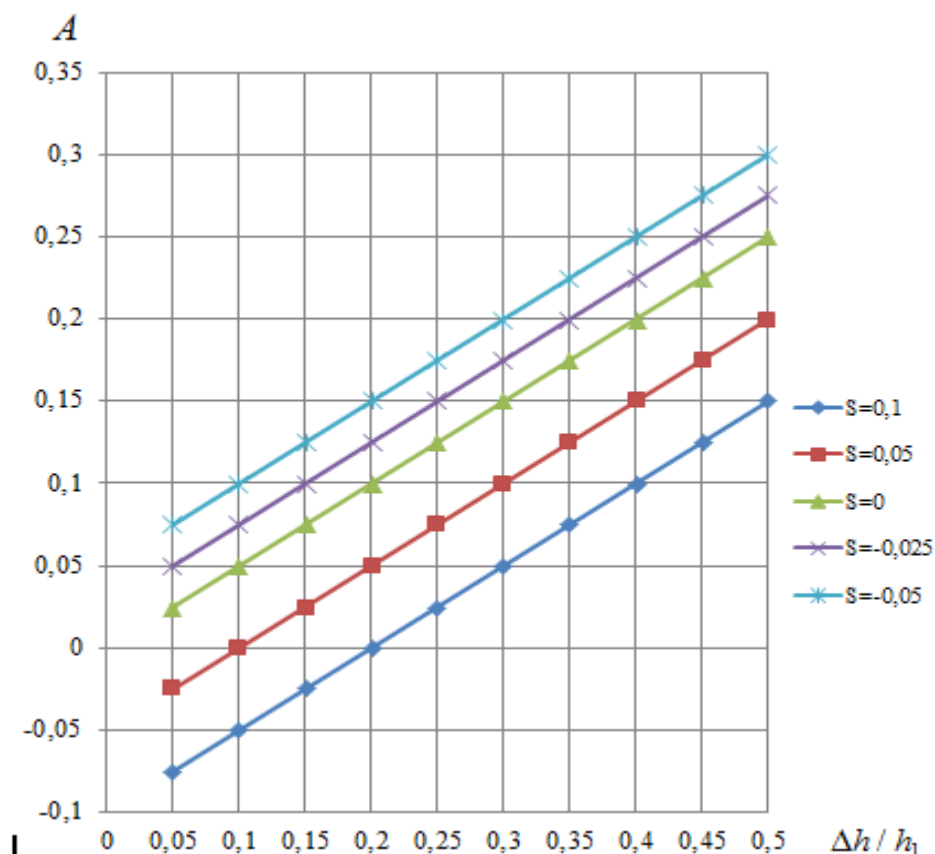


Рисунок 2 – Графики зависимости A от $\Delta h/h_1$ и опережения при $b_1/b_0 = 1$

Количественные соотношения между остаточным объемом металла и параметрами прокатки можно получить, анализируя следующее выражение:

$$\frac{\Delta V}{V_e} = 1 - \frac{V_1}{V_e}. \quad (6)$$

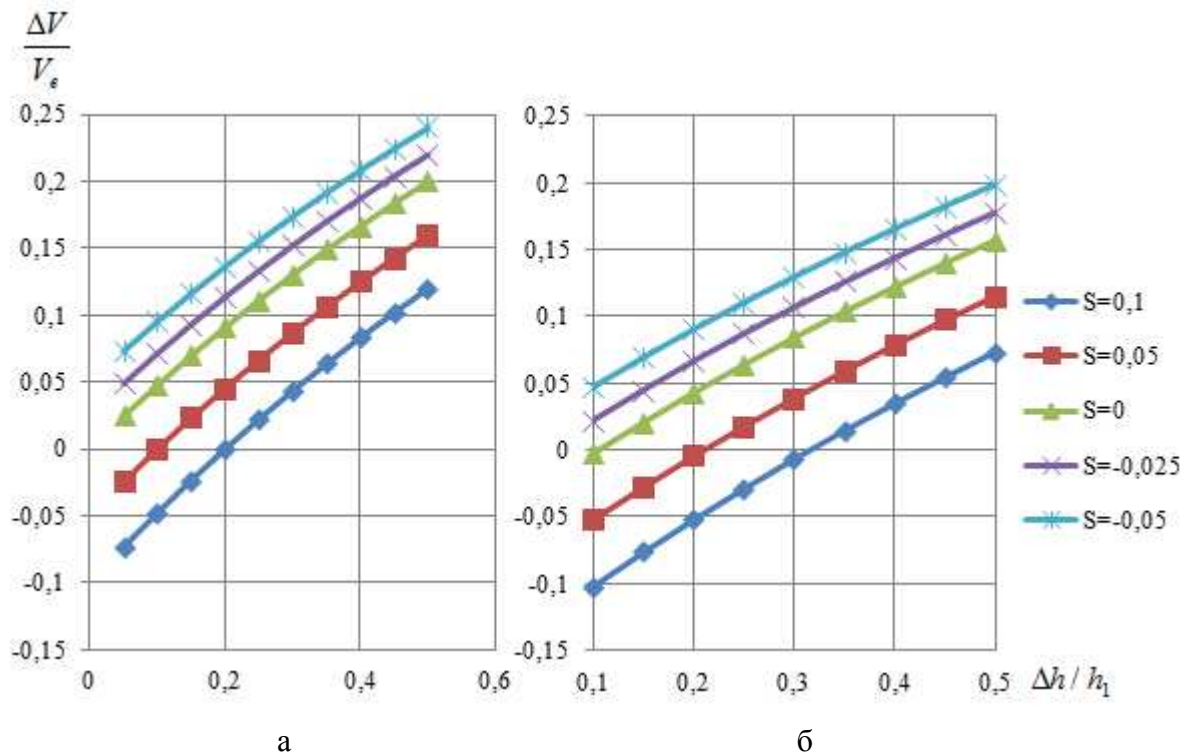
С учетом выше приведенных зависимостей можно записать:

$$\frac{\Delta V}{V_e} = 1 - (S + 1) \frac{b_1 h_1}{b_{cp} h_{cp}}$$

или

$$\frac{\Delta V}{V_e} = 1 - (S + 1) \frac{4}{\left(2 + \frac{\Delta h}{h_1}\right) \left(\frac{b_0}{b_1} + 1\right)}. \quad (7)$$

Выражение (7) позволяет определить относительный остаточный объем металла в очаге деформации. На графиках рис.3 показано изменение этого объема в зависимости от параметра $\frac{\Delta h}{h_1}$ при различных значениях опережения и коэффициента поперечной деформации $\frac{b_1}{b_0}$. Как видно, относительный остаточный объем металла в очаге деформации при определенных параметрах может достигать более двадцати процентов.



$$a - b_1 / b_0 = 1; \quad b - b_1 / b_0 = 1,1$$

Рисунок 3 – Графики зависимости остаточного объема в очаге деформации от относительного обжатия

Выводы. Проведенный теоретический анализ показывает, что при смыкании сторон угла захвата в очаге деформации может находиться значительный остаточный объем металла. Этот объем металла зависит от геометрических, кинематических условий, а также от режима трения в очаге деформации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Процессы деформации металла на основе многовалковых калибров: монография / И.К.Огинский, В.Н.Данченко, А.А.Самсоненко, В.В.Бояркин. – Днепропетровск: Пороги, 2011. – 355с.

Поступила в редколлегию 19.12.2012.