

## АНАЛИЗ АССИМЕТРИЧНОГО ПРОЦЕССА ПРОКАТА В ЧЕТЫРЕХВАЛКОВЫХ НЕПРЕРЫВНЫХ СТАНАХ

**Анна Кавалэк, Хэнрык Дыя, Марчин Кнапиньски**  
(Ченстоховский Политехнический Институт, Ченстохова, Польша)

*В реальном технологическом процессе мы имеем дело с асимметричным процессом прокатки, который проявляется в неконтролируемом изгибе полосы в момент захвата и ускорении прокатных валков, неравномерной нагрузке приводов, выступлением ведущего и ведомого рабочего валка. В результате появляются дефекты формы полосы в виде волнистости, неравномерной толщины полотна на его ширине и длине.*

Из просмотренной литературы следует, что эти дефекты могут быть частично или полностью исключены благодаря применению рациональной технологии асимметричного процесса проката, так как эта технология способствует уменьшению силы полного давления металла на валки и одновременно уменьшает упругий прогиб элементов прокатной клетки. Благодаря этому можно получить готовый лист с меньшими отклонениями размера по всей ширине и длине [1÷3].

В работе представлены результаты анализа асимметричного процесса проката в прокатном цехе 2000. Ассиметрия процесса прокатки была реализована в группе отделочной клетей благодаря применению рабочих валков с разными диаметрами в двух последних клетях для прокатных листов с окончательной толщиной в границах  $H_k=2,5\div 1,8$  мм. Конструкция прокатной клетки позволила достичь максимальный коэффициента асимметрии скорости  $a_v = 6\%$ . Граница обжатия составила для предпоследней клетки (Ф9)  $\varepsilon = 0,15\div 0,25$ , а для последней клетки (Ф10)  $\varepsilon = 0,10\div 0,15$ . Для тщательного анализа выбрана группа марок стали с кодом 110, охватывающая 140 марок стали, которые составляют 98% производимого ассортимента листов на этом металлургическом заводе. Теоретический анализ был проведен с использованием программы Elroll, основанной на методе конечных элементов.

Примерные результаты экспериментов представлены на рис. 1-3.

Из данных, представленных на рис.1 следует, что во время прокатки с обжатием  $\varepsilon = 0,10$  (для  $H_0/D = 0,0029$  и  $l_d/H_{cp} = 3,356$ ) из очага деформации выходит полоса с изгибом в сторону нижнего валка для коэффициента асимметрии  $a_v < 1,0$ , а для коэффициента асимметрии  $a_v > 1,0$  полоса после выхода из очага деформации изгибается в сторону верхнего валка.

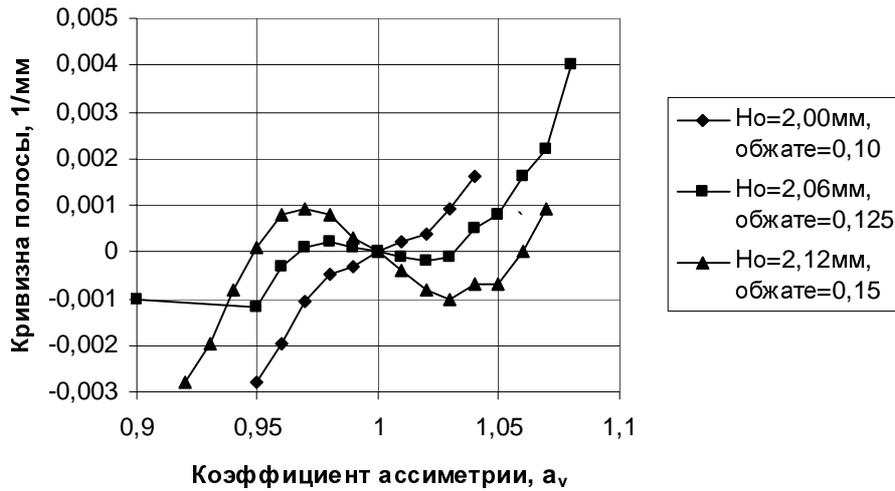


Рисунок 1 – Влияние коэффициента асимметрии  $a_v$  на кривизну полосы (клеть Ф10,  $H_k = 1,80$  мм)

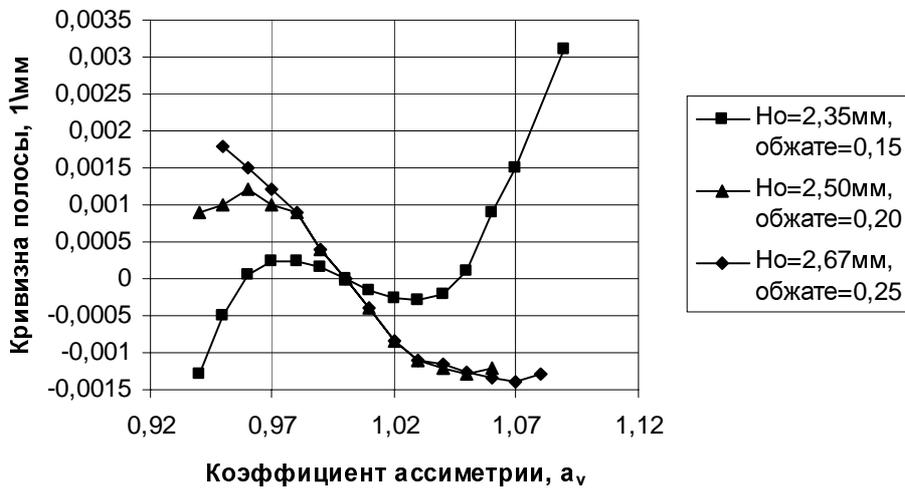


Рисунок 2 – Влияние коэффициента асимметрии  $a_v$  на кривизну полосы (клеть Ф9,  $H_k = 2,00$  мм)

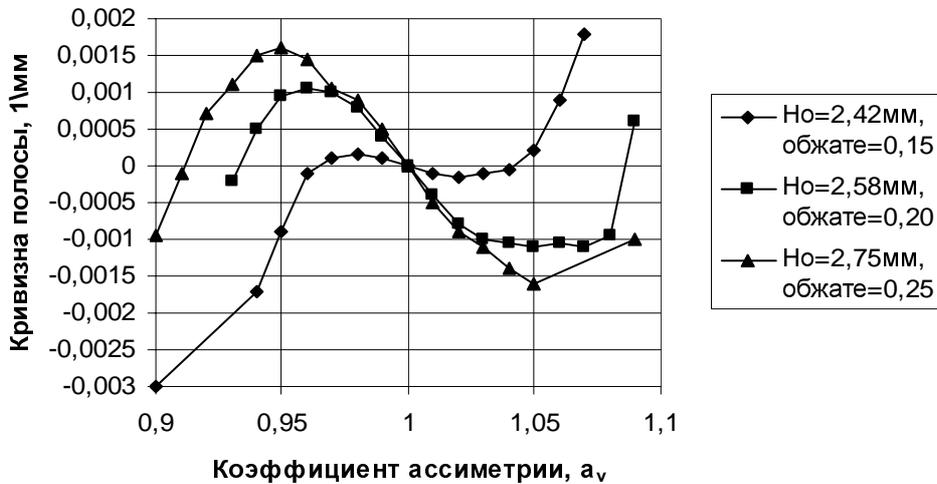


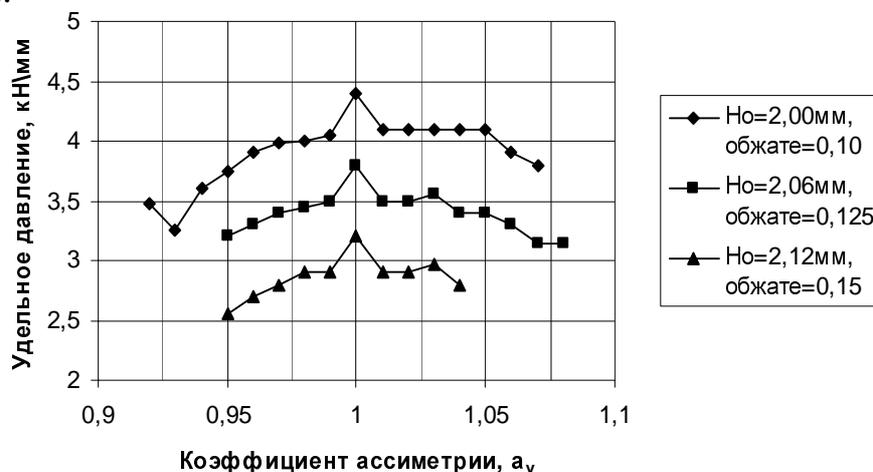
Рисунок 3 – Влияние коэффициента асимметрии  $a_v$  на кривизну полосы (клеть Ф9,  $H_k = 2,06$  мм)

Во время проката с обжатием  $\varepsilon = 0,125$  (для  $H_0/D = 0,003$  и  $l_d/H_{cp} = 4,909$ ) полоса выходит из очага деформации с изгибом в сторону верхнего вала, для примененных коэффициентов асимметрии в границах  $0,965 < a_v < 1,0$  и  $a_v > 1,035$ . Применение коэффициентов асимметрии в границах  $a_v < 0,965$  и  $1 < a_v < 1,035$  влечет за собой то, что полоса после выхода из очага деформации изгибается в сторону нижнего вала. Точно такой же ход имеет кривая представляющая изгиб полосы прокатанной с обжатием  $\varepsilon = 0,15$  (для  $H_0/D = 0,0031$  и  $l_d/H_{cp} = 5,341$ ). В этом случае граница величин коэффициентов асимметрии, для которых полоса выходит из очага деформации с изгибом в сторону верхнего вала будет намного шире.

На рис. 2 и 3 представлено влияние коэффициента асимметрии  $a_v$  на кривизну полосы проката в предпоследней клетке F9. Из данных представленных на этих рисунках следует, что полоса может иметь выход из очага деформации с изгибом в сторону верхнего или нижнего рабочего вала, в зависимости от величины коэффициента асимметрии и коэффициента формы прокатной щели, а также величины радиуса вала. Из данных представленных на этих рисунках также следует, что для некоторых величин коэффициента асимметрии из очага деформации выходит ровная полоса.

На основании проведенных экспериментов можно сделать вывод, что для каждой начальной высоты полосы можно создать такие технологические условия, при которых полоса, выходящая из валков будет ровная.

На рис. 4÷6 представлено влияние коэффициента асимметрии  $a_v$  на величину силы полного давления на валки во время прокатки полосы в клетях F9 и F10. Из данных, представленных на этих рисунках следует, что дифференциация диаметров рабочих валков влечет за собой уменьшение силы полного давления на валках. Сила полного давления металла на валок уменьшается вместе с увеличением разницы между диаметрами рабочих валков.



**Рисунок 4** – Влияние коэффициента асимметрии  $a_v$  на величину удельного давления, (клеть Ф10,  $H_k = 1,80$  мм)

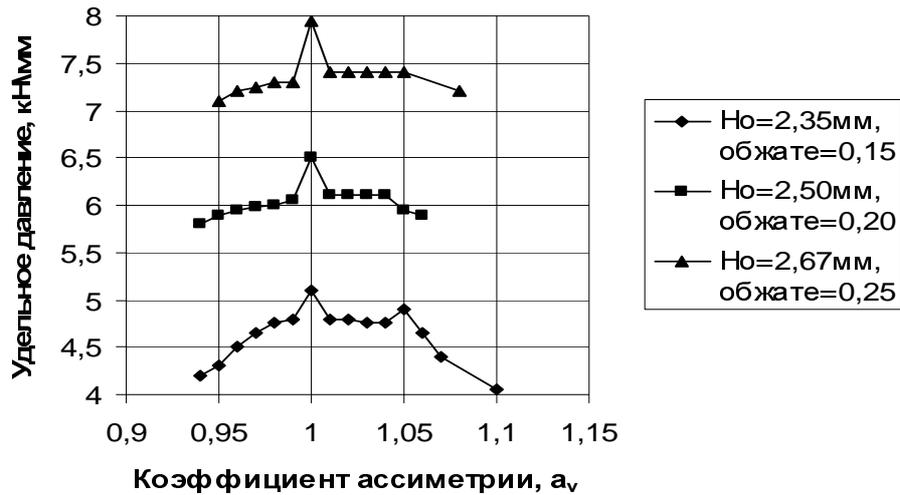


Рисунок 5 – Влияние коэффициента асимметрии  $a_v$  на величину удельного давления, (клеть Ф9,  $H_k = 2,00$  мм)

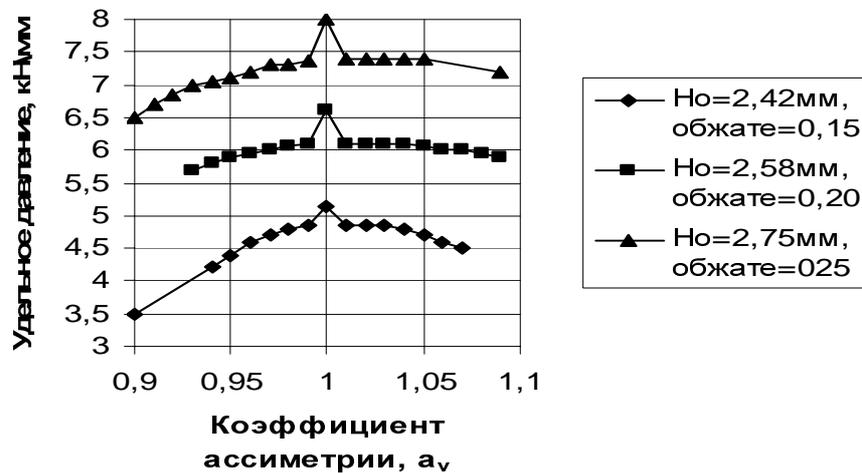


Рисунок 6 – Влияние коэффициента асимметрии  $a_v$  на величину удельного давления, (клеть Ф9,  $H_k = 2,06$  мм)

Таким образом на основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

- дифференцирование диаметров рабочих валков является причиной изгиба полосы после выхода из очага деформации,
- величина кривизны и направление изгиба полосы зависят от: коэффициента асимметрии скорости вращения рабочих валков  $a_v$ , коэффициента формы очага деформации  $l_d/H_{cp}$ , коэффициента радиуса валка  $H_0/D$  и марки прокатываемой стали,
- для каждой начальной величины полосы можно создать такие технологические условия, при которых выходящая из валков полоса будет ровной,
- применение асимметричной прокатки в двух последних клетях отделочной группы позволило уменьшить примерно на 10% силу полного давления металла на валок.

Литература

1. Dyja H., Wilk K.: *Asymetryczne walcowanie blach i taśm*, Wyd. Wydziału Metalurgii i Inżynierii Materiałowej Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa 1998.
2. Kawątek A.: *Otsenka vliyaniya efekta asimmetrichnoi prokatki na mekhanicheskie i tekhnologicheskie svoistva i geometriyu stahov. Udoskonalennja Procesiv i Obladnannja Obrobki Tiskom v Metalurgii i Mashinobuduvanii. Tematichnij zbirnik naukovih prac, Ministerstvo osviti i nauki Ukraini, Donbaska derzhavna mashinobudivna akademija, ed.: Donbaska derzhavna mashinobudivna akademija (DDMA), Krematorsk, 2003, s. 241-244.*
3. Markowski J., Dyja H., Knapiński M., Kawątek A.: *Theoretical analysis of the asymmetric rolling of sheets on leader and finishing stands, Journal of Materials Processing Technology, 138, (2003), s. 183-188.*

© Анна Кавалэк, Хэнрык Дыя,  
Марчин Кнапиньски. 2008