

# ВЛИЯНИЕ СКОРОСТНОЙ АСИММЕТРИИ НА ЗАГРУЖЕННОСТЬ ЧИСТОВОЙ КЛЕТИ ТОЛСТОЛИСТОВОГО ПРОКАТНОГО СТАНА

Клименко И.В., Новиков И. В. (ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Основные потребители листопрокатной продукции – машиностроение, автомобилестроение, судостроение, нефтяная и газовая промышленность постоянно повышают свои требования к качеству листовой продукции. Стремление к повышению уровня служебных свойств готовых листов приводит к ужесточению температурно-деформационных режимов прокатки. В результате увеличиваются технологические нагрузки на оборудование. Все это вынуждает искать новые нетрадиционные способы воздействия на обрабатываемый металл, которые придали ли бы ему новые потребительские свойства, а также снизили нагрузку на оборудование прокатных станов.

Одним из наиболее перспективных методов воздействия на металл является асимметричная прокатка (АП). Лишь в последние 20-25 лет началось широкое исследование и применение АП сначала на станах холодной, а затем и на станах горячей прокатки. Толчком к этому послужило введение в эксплуатацию прокатных станов с индивидуальным приводом валков. Практика исследования и применения процессов АП при горячей и холодной прокатке листов свидетельствует о возможности управления при этом практически всем спектром параметров прокатки и служебных свойств листов и полос [1]. К их числу относятся: энергосиловые параметры; условия трения на контакте валок-полоса; геометрические параметры листов; шероховатость поверхности; механические свойства металла; физические свойства; текстура и структура металла.

Одним из наиболее управляемых и эффективных параметров АП является соотношение линейных скоростей ведущего  $V_1$  и ведомого  $V_2$  валков, характеризуемое коэффициентом асимметрии  $a_V = \frac{V_1}{V_2}$ .

Скоростная асимметрия наряду с улучшением служебных свойств готового проката существенно изменяет степень загруженности трансмиссий ведущего (имеющего большую скорость) и ведомого валков. Нагрузка на трансмиссию и привод ведущего валка возрастает, а ведомый валок и его привод разгружаются вплоть до перехода в генераторный режим.

Исследования влияния соотношения скоростей рабочих валков на энергосиловые параметры прокатки проводились на лабораторном прокатном стане и в промышленных условиях. На лабораторном стане 340 моделировались условия прокатки в последних пропусках чистовой клетки стана 3000 металлургического комбината им. Ильича. Использовались свинцовые образцы. Опытные прокатки показали, что сила прокатки снижается при увеличении коэффициента асимметрии до 1,20. На рисунке 1, а представлены экспериментальные и расчетные кривые по формулам авторов работ [2,3]. Из зависимости, представленной на рисунке следует, что опытные и расчетные данные уменьшения силы прокатки до  $a_v = 1,10$  близки по значению. При  $a_v > 1,10$  рассчитанная по [2] кривая 3 на рисунке значительно расходится с опытной кривой 1 и рассчитанной по [3] кривой 2.

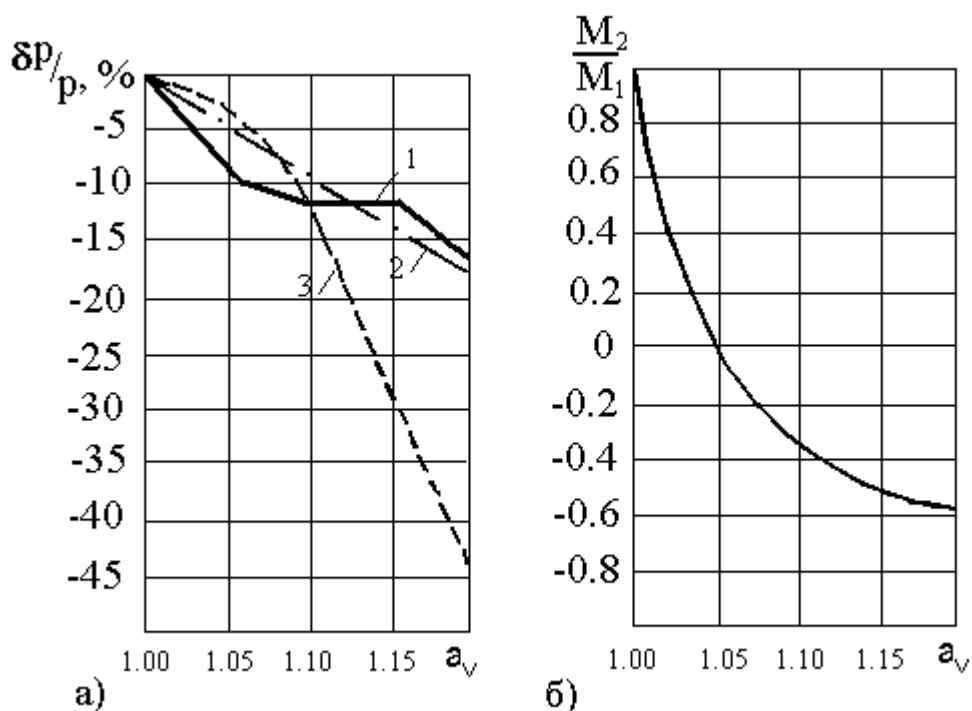


Рисунок 1 - Энергосиловые параметры при АП свинцовых образцов на лабораторном стане 340:

$\Delta P$ -изменение силы прокатки;  $P$ -сила прокатки;

$M_1$  и  $M_2$ - крутящие моменты на ведущем и ведомом валках

Это можно объяснить тем, что формула из работы [2] учитывает только коэффициент асимметрии  $a_v$ , в то время как формула авторов работы [3] учитывает целый комплекс параметров: частоту вращения валков, относительное обжатие, радиус рабочих валков, толщину подката, жесткость полосы и клетки.

На рисунке 1, б) представлена экспериментальная зависимость отношения крутящих моментов на ведущем и ведомом валках от величины коэффициента асимметрии. Кривая имеет гиперболический вид и пересекает ось абсцисс в точке, соответствующей  $a_v = 1,05$ . Этот момент соответствует

переходу ведомого валка в генераторный режим при отсутствии ещё полной пробуксовки ведущего валка по металлу.

Промышленные эксперименты были проведены в условиях чистовой клетки толстолистового стана 3000 Мариупольского металлургического комбината им. Ильича. При контролируемой прокатке особое значение для формирования всего комплекса служебных свойств готовых листов имеют последние пропуски в чистовой клетке. Для определения допустимого значения коэффициента асимметрии  $a_V$  провели анализ загруженности чистовой клетки стана 3000 по силе прокатки  $P$ , крутящим моментам на ведущем и ведомом валках, суммарному крутящему моменту ( $M_\Sigma$ ) и среднеквадратичному току приводов.

Чистовая клетка стана 3000 рассчитана на максимальную силу прокатки 68,7 МН и крутящий момент 4,9 МН·м. Эксперименты показали, что загрузка

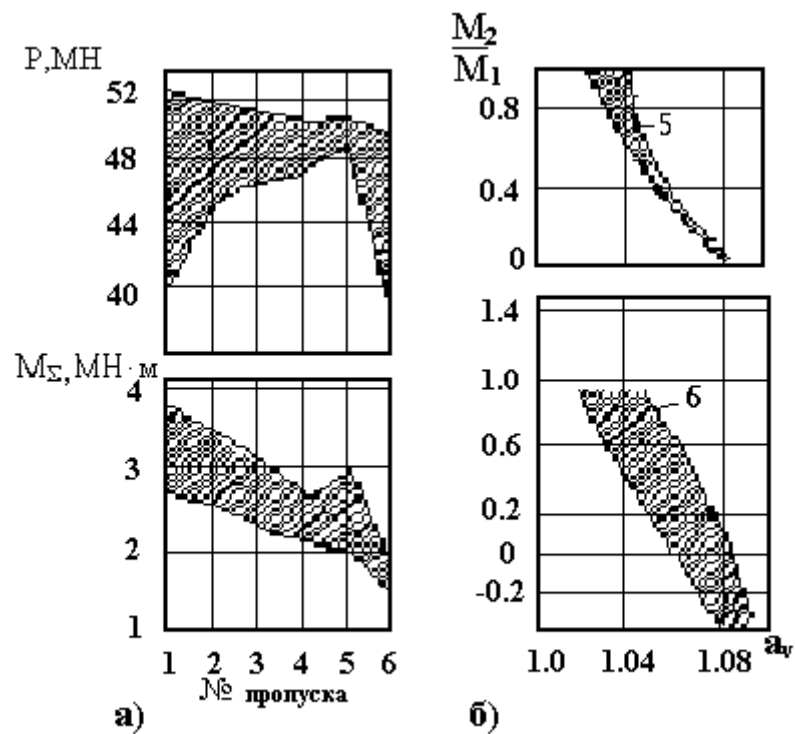


Рисунок 2 - Результаты экспериментальных исследований на стане 3000 при обычной (а) и асимметричной (б) прокатке (5 и 6 – номера пропусков)

клетки при прокатке в симметричном режиме в двух последних пропусках не превышает 75 % по силе прокатки и 58 % по крутящему моменту (рис. 2,а), что позволяет использовать в них режимы АП.

В результате статистической обработки экспериментальных данных методом наименьших квадратов получено уравнение для силы прокатки

$$P = 62,72 - 21a_V. \quad (1)$$

По уравнению (1) построена зависимость силы прокатки от коэффициента асимметрии (рис.3).

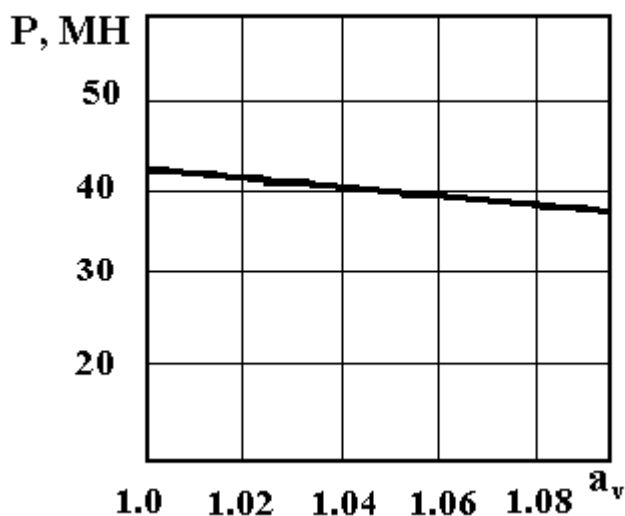


Рисунок 3 - Зависимость силы прокатки от коэффициента асимметрии (формула 1)

Анализ полученных результатов показал небольшое (до 10 %) снижение силы прокатки при увеличении коэффициента асимметрии до 1,10. Это объясняется большой жесткостью раската при контролируемой прокатке и следует из зависимостей, приведенных в работе [4], так как

$$\frac{\delta P_m}{\delta P_p} = 1 + \frac{C_n}{C_k},$$

где  $\delta P_m$  и  $\delta P_p$  – теоретическое и регистрируемое месдозами изменение силы прокатки;  $C_n$  и  $C_k$  – жесткость полосы и клетки.

При контролируемой прокатке  $C_n = 20 \dots 32$  МН/мм,  $C_k = 8$  МН/мм, а  $\frac{\delta P_m}{\delta P_p} = 3,5 \dots 5$ . Так как по расчетам для условий стана 3000 величина  $\frac{\delta P_m}{P}$

составляет 5...10 %, то регистрируемая величина  $\frac{\delta P_p}{P}$  находится в пределах ошибки измерения.

Суммарный крутящий момент при значении  $a_v$  до 1,10 увеличился на 5...10 %. Однако при АП существенно перераспределяются крутящие моменты на валках (рис.2,б). При коэффициенте асимметрии  $a_v$  до 1,10 крутящий момент на ведущем валке в последних пропусках не превышал 2 МН·м, а суммарный крутящий момент 2,4 МН·м и 2 МН·м соответственно в предпоследнем и последнем пропусках. Среднеквадратичный ток привода ведущего валка, определяющий его нагрев за цикл при контролируемой прокатке, по симметричному режиму и при реализации АП в одном и двух пропусках составил соответственно 70...80%, 80...90% и 83...97% от допустимого.

### **Выводы.**

1. Таким образом, работу в режиме асимметрии прокатки по условиям нагружения клетки и привода можно применять в последних двух пропусках. При этом загрузка привода по силе прокатки, крутящему моменту и среднеквадратичному току находится в допустимых пределах.

2. Во избежание неравномерности загрузки трансмиссий валков по крутящим моментам в последних двух пропусках ведущий и ведомый валки следует менять местами, что обеспечит постоянство эквивалентной нагрузки, ответственной за усталостную прочность деталей главной линии стана.

3. Режимы АП могут быть использованы на других предприятиях при реконструкции листовых станов в процессе перевода клеток на индивидуальный привод валков.

**Список литературы:** 1. Асимметричная прокатка тонколистовой стали за рубежом / В.С.Горелик, Б.А.Гунько, П.С.Гринчук и др.//Обзорная информация. Сер. Прокатное производство.- Вып. 2.- М.: Черметинформация, 1987.- 21 с. 2. Бровман М.Я. Основные функциональные уравнения асимметричной прокатки// Тезисы докладов IV Всесоюзной научно-технической конференции “Теоретические проблемы прокатного производства”.- Днепропетровск, ноябрь 1988.- Ч.1.-С.101...103. 3. Горелик В.С., Орнатский Э.А., Митьев А.П. Прокатка толстого листа со скоростной асимметрией//Тезисы докладов IV Всесоюзной научно-технической конференции “Теоретические проблемы прокатного производства”.- Днепропетровск, ноябрь 1988.- Ч.2.- С. 17...19. 4. Бровман М.Я. Оборудование для асимметричной прокатки в СССР и за рубежом (Сер. Металлургическое оборудование)// ЦНИИТЭИтяжмаш.-1987.- Сер.1.- Вып. 2.- 32 с .