

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИСТОВ ДЛЯ ШТАМПОВКИ

Клименко И.В., Мартынов В.В., Исаев П.С.

(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

В настоящее время в машиностроении широкое применение находят детали, изготовленные штамповкой из листового проката. Однако на качество этих деталей существенное влияние оказывает шероховатость поверхности листов, предназначенных для штамповки [1,2]. Подбором оптимального микрорельефа можно значительно уменьшить отходы металла в брак при последующей его штамповке. Существуют различные способы получения заданной шероховатости поверхности листового проката перед штамповкой: шлифование после прокатки и получение требуемой шероховатости в процессе прокатки. Первый способ связан с большими материальными затратами. Поэтому выгоднее получать требуемую шероховатость поверхности листов в процессе прокатки. Для этого, например, осуществляют прокатку в валках различной шероховатости [1,2]. Однако, это требует наличия достаточно большого парка валков с различной шероховатостью поверхности. Получение необходимого качества поверхности может быть обеспечено дрессировкой после прокатки [3]. Известен процесс деформации листового проката между неприводным и приводным валками для получения листов с односторонней полировкой [4]. При этом необходима реконструкция главной линии стана.

Сотрудниками ДонНТУ разработаны новые способы прокатки листов и полос с рассогласованием скоростей верхнего (V_v) и нижнего (V_n) валков, которые позволяют оперативно и целенаправленно управлять качеством их поверхности [5,6]. Реализация этих способов прокатки на реверсивных прокатных станах не требует дополнительных капитальных затрат. При создании рассогласования скоростей валков, превышающем относительное обжатие листа в пропуске, происходит постоянное проскальзывание одного из валков по поверхности листа [5]. Это процесс прокатки с постоянной пробуксовкой валка (ППВ). Повышение качества проката происходит за счет шлифования поверхности листа проскальзывающим валком. При сообщении ведомому валку скорости, направленной противоположно движению листа, происходит стабилизация пробуксовки валка и повышение качества поверхности листа путем шлифования [6]. Это процесс прокатки-шлифования (ПШ).

На лабораторном прокатном стане дуо 100 проведены экспериментальные исследования процессов ППВ и ПШ, заключающиеся в изучении влияния соотношения скоростей валков, шероховатости их поверхности и

смазки на энергосиловые параметры процессов и качество поверхности готовых листов.

Методика исследования

1. Прокатывали алюминиевые образцы размером $h \times b \times l = 2,0 \times 30 \times 200$ мм с постоянным первоначальным межвалковым зазором в валках равного диаметра и различной шероховатости. Верхний валок имел шероховатость $R_a = 0,26$ мкм, нижний – $R_a = 2,5$ мкм. Привод валков осуществляли как индивидуально (при $a = V_B/V_H \neq 1$), так и через шестеренную клетку (при $a = V_B/V_H = 1$).

2. Часть образцов, как при симметричном, так и при асимметричном процессах, была прокатана без смазки, а часть со смазкой. В качестве смазки использовали трансформаторное масло.

3. При исследовании процесса ППВ без смазки образцы прокатывали с соотношением скоростей валков $a = 1,14 \dots 2,71$, а со смазкой – с $a = 1,3 \dots 3,66$.

4. При исследовании процесса ПШ, для которого характерно противовращение верхнего валка, образцы прокатывали без смазки с соотношением скоростей валков $a = -0,47 \dots -1,48$, а со смазкой – $a = -0,48 \dots -1,31$.

5. В процессе исследования измеряли абсолютное обжатие Δh , силу прокатки P , момент прокатки на шпинделе верхнего M_B и нижнего M_H валков, шероховатость поверхности валков $R_{ав}$ и обеих поверхностей образцов $R_{ао}$ до и после прокатки и рассчитывали мощность прокатки на верхнем N_B и нижнем N_H валках, а также относительное обжатие ϵ .

6. По каждому из исследованных скоростных режимов было прокатано по три образца, а всего 78 образцов.

Результаты исследования

Относительное обжатие. Межвалковый зазор при всех скоростных режимах был одинаковый, однако, при изменении параметра a значение ϵ изменялось (рис.1).

Так при ППВ без смазки ϵ при различных значениях параметра a стабильно держится в диапазоне 16...17%. Смазка с обеих сторон образца значительно снижает ϵ . Так при $a = 1$ ϵ составило 7,5%, а при $a = 1,3$ $\epsilon = 8\%$. С дальнейшим увеличением параметра a наблюдали снижение ϵ .

При ПШ без смазки в диапазоне значений параметра $a -1,0 \dots -0,47$ ϵ держится на уровне 16%, однако, дальнейшее увеличение скорости верхнего валка значительно снижает ϵ . ПШ со смазкой дает противоположную

картину. При изменении параметра a от $-0,47$ до $-1,31$ относительное обжатие увеличивалось.

Изменение относительного обжатия объясняется, на наш взгляд, отклонением силы прокатки от вертикального положения при асимметричном процессе.

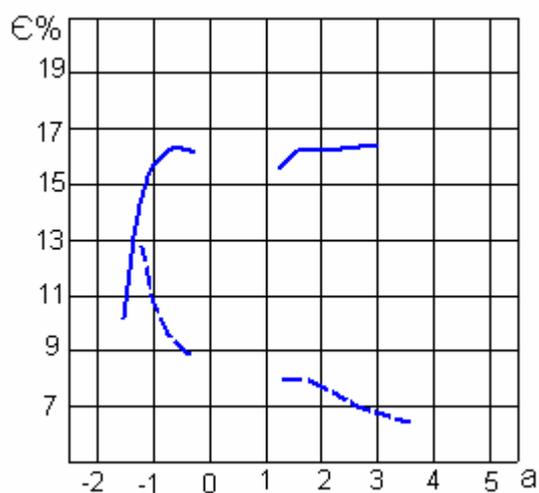


Рисунок 1- Зависимость относительного обжатия от соотношения скоростей валков
 _____ - прокатка без смазки;
 ----- - прокатка со смазкой

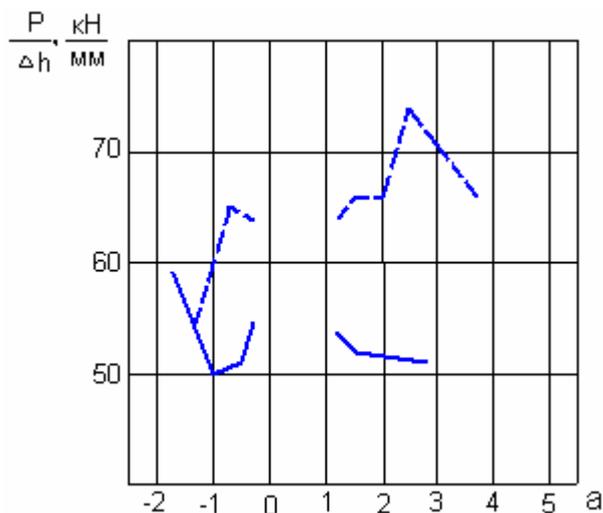


Рисунок 2- Зависимость приведенной силы прокатки от соотношения скоростей валков
 _____ - прокатка без смазки;
 ----- - прокатка со смазкой

Сила прокатки. Так как изменение соотношения скоростей валков вызывает изменение относительного обжатия при постоянном межвалковом зазоре, то целесообразно рассматривать изменение энергосиловых параметров прокатки, приведенных к абсолютному обжатию.

Эксперименты показали, что сила прокатки при ППВ и ПШ без смазки больше, чем со смазкой. Это можно объяснить тем, что использование смазки значительно уменьшает обжатие образца. На рис.2 изображена зависимость приведенной к единице обжатия силы прокатки, то есть жесткость полосы, от соотношения скоростей валков: слева от оси ординат – процесс ПШ, справа – процесс ППВ. Жесткость полосы при ППВ со смазкой выше, чем при прокатке без смазки. Такая же картина наблюдалась и при прокатке через шестеренную клеть. В процессе ППВ с увеличением a жесткость полосы при прокатке без смазки всегда уменьшалась, а со смазкой увеличивалась при $a \leq 2,4$ и уменьшалась при $a > 2,4$.

При ПШ без смазки зависимость жесткости полосы от параметра a имеет экстремум: минимальное значение жесткости полосы соответствует параметру $a \approx -1$.

Применение смазки позволило при изменении параметра a от $-0,48$ до $-1,31$ снизить жесткость полосы с 65 кН/мм до 56 кН/мм, то есть на $13,8\%$.

Момент прокатки. Зависимость приведенных моментов прокатки от величины параметра a представлена на рис.3.

В условиях скоростной симметрии ($a = 1$) соотношение моментов прокатки M_B/M_H меньше 1 независимо от наличия смазки. Объясняется это тем, что нижний валок имел насеченную поверхность, а верхний – шлифованную, то есть присутствовала асимметрия шероховатости. С увеличением скорости верхнего валка (ПВВ) скоростная асимметрия превалирует над асимметрией шероховатости и соотношение M_B/M_H становится больше 1. С увеличением параметра a при прокатке без смазки величина моментов на обоих валках не изменилась. При ППВ со смазкой с увеличением параметра a соотношение M_B/M_H увеличилось, а при достижении $a > 1,7$ имел место «генераторный» режим ($M_B/M_H < 0$).

Для ПШ без смазки характерно наличие наименьшей абсолютной величины приведенного момента прокатки на обоих валках. Это соответствует $a \approx 1$. При ПШ со смазкой приведенные моменты на валках в диапазоне изменения параметра a от $-0,48$ до $-1,0$ изменяются незначительно. С увеличением скорости верхнего валка ($a > 1$) моменты начинают увеличиваться. Отрицательные значения момента на верхнем валке объясняются не наличием «генераторного» режима, а направлением вращения верхнего валка.

Качество поверхности листов. Так как при проведении исследований исходная шероховатость валков и образцов была постоянной, то изменение качества поверхности оценивали по коэффициенту отпечатываемости. Под коэффициентом отпечатываемости понимается отношение шероховатости поверхности прокатываемого образца (R_{ao}) к шероховатости поверхности валка, с которой контактировал образец ($R_{ав}$). На рис. 4 приведены зависимости коэффициентов отпечатываемости для стороны образца, контактировавшей с верхним валком.

Во всех случаях процесса ППВ наблюдалось уменьшение шероховатости верхней поверхности образцов с увеличением скорости верхнего валка, причем при отсутствии смазки эффект проявился более ярко. Так, с увеличением параметра a до ≈ 2 при прокатке без смазки коэффициент отпечатываемости уменьшился с $1,0$ до $0,69$, а со смазкой с $1,0$ до $0,9$.

Осуществление процесса ПШ позволило, по сравнению с процессом ППВ, больше снизить коэффициент отпечатываемости. В диапазоне параметра $a = -1,31 \dots -0,48$ при наличии смазки коэффициент отпечатываемости снизился с $0,78$ до $0,6$. Аналогичная картина наблюдалась и без смазки, однако, значения коэффициента отпечатываемости были несколько выше.

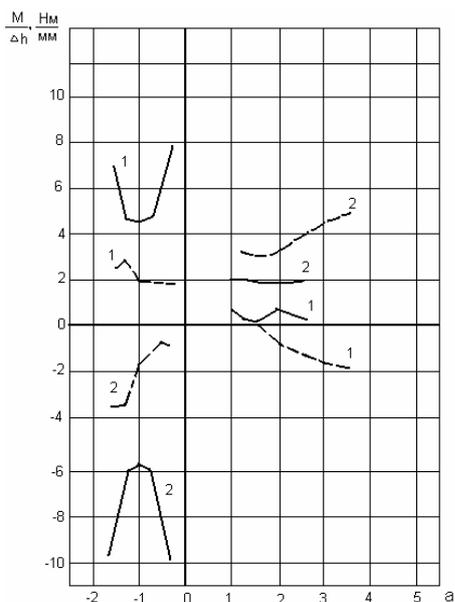


Рисунок 3 – Зависимость приведенного момента прокатки от соотношения скоростей валков
 _____ - прокатка без смазки;
 ----- - прокатка со смазкой;
 1 – $M_H/\Delta h$; 2 – $M_B/\Delta h$

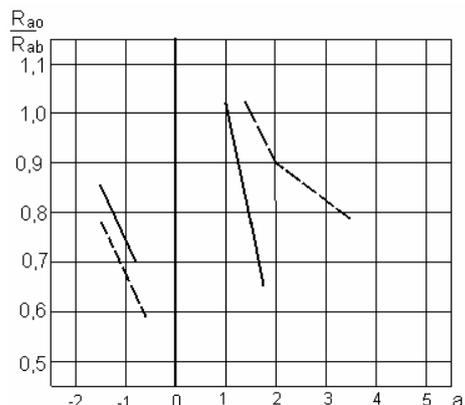


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента отпечатываемости со стороны верхнего валка от соотношения скоростей валков
 _____ - прокатка без смазки;
 ----- - прокатка со смазкой

Выводы

1. Процесс ППВ за счет шлифования поверхности листа буксующим валком позволяет в зависимости от соотношения скоростей валков регулировать конечную шероховатость поверхности листа.
2. Процесс ПШ стабилизирует пробуксовку и позволяет получить холоднокатаные листы с глянцевой поверхностью.
3. Энергосиловые параметры процессов ППВ и ПШ позволяют реализовать эти процессы на действующих прокатных станах с индивидуальным приводом валков.
4. Разработанные процессы прокатки позволяют получать листовой прокат, обеспечивающий высокое качество изготавливаемых штамповкой деталей для машиностроения.

Перечень ссылок. 1. Мазур В.Л. Производство листа с высококачественной поверхностью.-К.: Техніка, 1982.- 166 с. 2. Мелешко В.И., Качайлов А.П., Мазур В.Л. Прогрессивные методы прокатки и отделки листовой стали.- М.: Металлургия, 1980.- 192 с. 3. Прокатка автолистовой стали в

валках с разной шероховатостью / В.А. Николаев, В.М.Целовальников, В.С.Мовшович и др. // Черная металлургия. Бюллетень НТИ.- 1977.- Вып. 23.- С. 47...48. 4. Потапкин В.Ф., Федоринов В.А., Сатонин А.В. Деформация тонких полос между неприводным и приводным валками // Цветные металлы.- 1982.-№ 10.-С.71...73. 5. А.с. 1400676 СССР, МКИ⁵ В21В 1/22. Способ прокатки листов и полос / В.С.Горелик, А.П.Митьев, Е.В.Байков, И.В.Клименко, А.В.Феофилактов.- 4с. 6. А.с. 1490777 СССР, МКИ⁵ В21В 1/22. Способ прокатки листов и полос/ В.С.Горелик, А.П.Митьев, Е.В.Байков, И.В.Клименко, А.В.Феофилактов.- 5с.