

УДК 621.771.23

Найзабеков А. Б.
Кривцова О. Н.
Вивенцев А. С.
Талмазан В. А.
Горшков А. В.

ВЛИЯНИЕ ПРОФИЛИРОВОК РАБОЧИХ ВАЛКОВ НА ПЛОСКОСТНОСТЬ ПОЛОС

Неплоскостность – это дефект формы полосы в виде отклонений от заданной плоскостности. Образуется из-за нарушения равенства высотной деформаций по ширине полосы, из-за неправильной настройки стана, несоблюдения регламента прокатки по ширине, несоответствия режимов обжатый выбранному профилю валков, неудовлетворительного профиля поперечного сечения заготовки, большого износа рабочих валков и т. д. Одним из факторов, влияющих на неравномерность высотной деформации, определяемой формой межвалковой щели, является и профилировка валков [1]. На листовых станах традиционно регулируют поперечную разнотолщинность и плоскостность полос профилированием бочек прокатных валков.

Аналізу профилировок рабочих валков чистовой группы клетей НШПС-1700 АО «АрселорМиттал Темиртау» и посвящена данная работа.

Исследованию подвергли 124100,5 т продукции, произведенной на НШПС-1700, толщиной 2,0–10,35 мм, шириной 1025–1515 мм. Из них отсортировка во второй сорт составила 2,6 %.

Причина перевода продукции во второй сорт: дефект «неплоскостность» – 84 %, другие дефекты (серповидность, коробоватость, заворот кромки, царапины, вкатанная окалина и другие) – 16 %. Таким образом, дефект «неплоскостность» является основной причиной отсортировки металла во второй сорт [2].

Целью данной работы является анализ влияния профилировок рабочих валков на плоскостность полос при прокатке.

Проанализируем наличие дефекта «неплоскостность» на горячекатаной полосе на примере различных толщин и ширин проката. Известно, что горячекатаный лист в зависимости от толщины делится на тонколистовую и толстолистовую сталь. На НШПС-1700 прокатывают горячекатаные полосы толщиной 1,8÷12 мм. С использованием исходного массива данных определили, что по причине «неплоскостность» во второй сорт было отсортировано горячекатаного металла толщиной до 3,9 мм – 2546,28 т (92,1 %), толщиной 4÷12 мм – 218,7 т (7,9 %). Дефект «неплоскостность» на тонколистовой стали толщиной до 3,9 мм включительно является основным геометрическим дефектом.

В условиях ЛПЦ-1 весь прокат в зависимости от ширины условно можно разделить на 3 группы: до 1100 мм, 1200÷1300 мм и 1400÷1500 мм. С использованием исходного массива данных определили, что горячекатаного металла шириной до 1100 мм было произведено 16247,33 т (15 %), шириной 1200÷1300 мм – 32700,75 т (30,26 %), а шириной 1400÷1500 мм – 59088,71 т (54,7 %).

Выяснили, что полосы шириной до 1100 мм по наличию дефекта «неплоскостность» был отправлен во второй сорт в количестве 684,2 т (25 %), шириной 1200÷1300 мм – 1813,9 (66,4%) т, шириной 1400÷1500 мм – 235,4 (8,6 %) т.

Выявили, что наибольшее число случаев дефекта «неплоскостность» наблюдается на прокате толщиной до 3,9 мм и шириной 1200÷1300 мм, соответственно 92,1 % и 66,4%, а наименьшее – на прокате толщиной 4–12 мм и шириной 1400÷1500 мм, соответственно 7,9 % и 8,6 %.

Оценили влияние суммарных профилировок рабочих валков на плоскостность горячекатаного металла. Для этого весь период исследования условно разделили на три этапа, в которых профилировка была примерно одинаковой (табл. 2). Под суммарной профилировкой

понимается усредненная суммарная профилировка верхнего и нижнего вала в чистовой группе валков в определенные этапы прокатки. Рассмотрим влияние каждой из трех суммарных профилировок $\Sigma\Delta$, применяемых в чистовых клетях: 1,71 мм; 1,98 мм; 2,13 мм.

В рабочих валках при суммарной профилировке $\Sigma\Delta = 1,71$ мм было прокатано 33118,7 т металла, из них 535,94 т (1,62 %) было отправлено во второй сорт.

При профилировке $\Sigma\Delta = 1,98$ мм произведено 36536,74 т горячекатаного металла, отправлено во второй сорт 938,31 т (2,57 %).

При профилировке $\Sigma\Delta = 2,13$ мм прокатано 43524,7 т металла, из них второй сорт – 1177,8 т (2,71 %).

Таким образом, представилась возможность оценить влияние каждой профилировок рабочих валков, используемых на НШПС-1700, на количество металла, переведенного по дефекту «неплоскостность» во второй сорт.

Первый этап исследования – усредненная суммарная профилировка $\Sigma\Delta = 1,71$ мм, прокатано 33118,7 т металла.

Провели отсортировку металла во второй сорт в зависимости от его ширины и толщины.

При ширине проката до 1100 мм во второй сорт было отправлено 183,8 т (22,5 %), при ширине 1200÷1300 мм 552,15 т (67,5 %), при ширине 1400÷1500 мм – 81,43 т (9,9 %). Отсортировка по дефекту «неплоскостность» в зависимости от ширины полосы и исследуемой профилировки представлено на рис. 1.

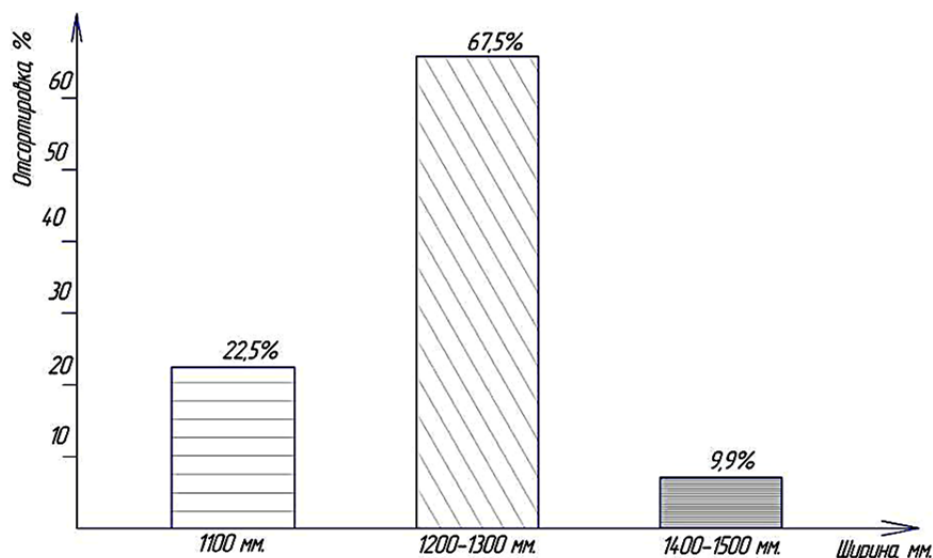


Рис. 1. Отсортировка горячекатаных полос по дефекту «неплоскостность» при прокатке в валках $\Sigma\Delta = 1,71$ мм в зависимости от ширины проката

С профилировкой рабочих валков $\Sigma\Delta = 1,71$ мм при толщине проката до 3,9 мм во второй сорт было отправлено 737,67 т (90,2 %), при толщине полос 4÷12 мм – 79,7 т (9,8 %).

С профилировкой $\Sigma\Delta = 1,98$ мм прокатано 36536,74 т.

Результаты отсортировки металла при данной профилировке рабочих валков в зависимости от ширины и толщины металла: полос шириной до 1100 мм во второй сорт было отправлено 225,01 т (27,8 %), полос шириной 1200÷1300 мм – 517,2 т (64 %), полос шириной 1400÷1500 мм – 65,86 т (8,1 %).

При толщине полос до 3,9 мм во второй сорт было отправлено 757,9 т (93,9 %), при толщине полос 4÷12 мм – 48,46 т (6,1 %).

С профилировкой $\Sigma\Delta = 2,13$ мм прокатано 43524,7 т.

Металл шириной до 1100 мм во второй сорт было отправлено 217,8 т (23 %), шириной 1200÷1300 мм – 606,48 т (64,3 %), шириной 1400÷1500 мм – 119,05 т (12,6 %).

Полос толщиной до 3,9 мм во второй сорт было отправлено 836,5 т (88,7 %), при толщине полос 4÷12 мм во второй сорт – 106,8 т (11,7 %).

Таким образом, выявлен наиболее «проблемный», с точки зрения качества, профиль, прокатываемый на НШПС 1700. Это профиль толщиной до 3,9 мм включительно и шириной 1200÷1300 мм.

Разработали математические модели, прогнозирующие количество металла, переводимого во второй сорт по дефекту «неплоскостность» в зависимости от суммарной профилировки рабочих валков чистовых клетей. К частным случаям неплоскостных дефектов относятся дефекты «разнотолщинность», «волнистость», «клиновидность» и «прикромочное утонение».

С этой целью методами математической статистики были обработаны данные по профилировкам рабочих валков по чистовым клетям (табл. 1).

Выборочные данные проверили на наличие грубых ошибок по критерию Стьюдента. Результаты расчетов, используемые для проверки на наличие грубых ошибок, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Проверка на наличие грубых ошибок

Переменная	\bar{x}	x_{min}	x_{max}	S^2	S	$t_{расч}$	$t_{табл}$
Y	7239,75	2930	14178	23566414,92	4854,52	0,00029	1,5332
X	1,93	1,7	2,13	0,032	0,178	1,124	1,5332

Здесь Y – количество прокатанного металла с дефектом «неплоскостность»; X – суммарная прокатка рабочих валков чистовой группы клетей, мм; \bar{x} – среднее значение; x_{min} – минимальное значение; x_{max} – максимальное значение; S^2 – дисперсия; S – СКО; $t_{расч}$ и $t_{табл}$ – расчетное и табличное значения t -критерия Стьюдента.

Проверили выборку на нормальность распределения методом асимметрии и эксцесса (табл. 3).

Таблица 3

Показатели асимметрии и эксцесса и их среднеквадратические отклонения

Переменная	G_1	$3SG_1$	G_2	$5SG_2$
Y	0,846	3,043	2,057	13,093
X	0,327	3,043	1,067	13,093

Из табл. 4 видно, что условия $G_1 < 3SG_1$, $G_2 < 5SG_2$ соблюдаются, следовательно, выборка соответствует нормальному распределению.

В результате регрессионного анализа массива данных получены функции отклика для прогнозирования количества металла, прокатанного с дефектом «неплоскостность» при определённой суммарной профилировке рабочих валков. Основные математические модели приведены в табл. 4.

Таблица 4

Математические модели и их статистические характеристики

№№	Дефекты полос	Уравнение	Статистическая оценка адекватности		
			R^2	$F_{расч}$	$F_{табл}$
1	Дефект «неплоскостность»	$Y = -14802x^2 + 55629x - 51060$	0,759	44,78	39,846
2	Дефект «разнотолщинность»	$Y = -8987x^2 + 33828x - 31070$	0,809	23,34	39,846
3	Дефект «волнистость», «клиновидность», «прикромочное утонение»	$Y = -3691x^2 + 13783x - 12594$	0,627	72,11	39,846

Полученные уравнения (табл. 4) исследовали на адекватность путем сопоставления расчетного F -критерия Фишера с его критическим значением. Адекватность уравнений подтверждается условием $F_{РАСЧ} > F_{ТАБЛ}$. Таким образом, между результативным признаком (функцией отклика) и факторными признаками уравнений (1) и (3) существует статистически адекватная связь [3].

Проверка уравнений на адекватность по критерию Фишера показала, что адекватным является только уравнение (1), описывающее зависимость количества металла прокатанного с дефектом «неплоскостность» от суммарной профилировки валков чистовых клетей.

Во избежание этого дефекта необходимо иметь суммарную профилировку рабочих валков чистовых клетей $\Sigma\Delta = 1,71$ мм.

ВЫВОДЫ

Выявлено, что дефект «неплоскостность» является основной причиной отсортировки горячекатаного металла во второй сорт на НШПС-1700 АО «АрселорМиттал Темиртау».

Исследовано влияние применяемых профилировок рабочих валков на количество металла, переводимого по дефекту «неплоскостность» во второй сорт. В процессе исследования выявлен наиболее «проблемный» профиль металла, прокатываемый на НШПС 1700 – это профиль толщиной до 3,9 мм включительно и шириной 1200÷1300 мм.

Наименьшее количество горячекатаного металла отсортировано во второй сорт по причине «неплоскостность» при профилировке рабочих валков с усредненной суммарной величиной $\Sigma\Delta = 1,71$ мм.

Разработаны математические модели, прогнозирующие количество металла, прокатанного с дефектом «неплоскостность» при определённой суммарной профилировке рабочих валков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Профилирование валков листовых станов* / А. А. Будаква, Ю. В. Коновалов, К. Н. Ткалич и др. – К. : Техника, 1986. – 190 с.
2. Найзабеков А. Б. *Исследование разнотолщинности подката для жести* / А. Б. Найзабеков, О. Н. Кривцова, В. А. Талмазан // *Основные проблемы и перспективные направления развития научных исследований 2008 : материалы Международной научно-практической Интернет-конференции (21–31 октября 2008 г., КазНАУ)*. – Алматы : КазНАУ, 2008. – С. 116–119.
3. Львовский Е. Н. *Статистические методы построения эмпирических формул : учебное пособие для ВТУЗов* / Е. Н. Львовский. – М. : Высшая школа, 1988. – 239 с.

Найзабеков А. Б. – д-р техн. наук, проф., ректор КГИУ;

Кривцова О. Н. – канд. техн. наук, ст. преп. КГИУ;

Талмазан В. А. – канд. техн. наук, доц. КГИУ;

Горшков А. В. – магистр КГИУ;

Вивенцев А. С. – менеджер по технологии горячей прокатки АО «АрселорМиттал Темиртау».

КГИУ – Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, республика Казахстан.

E-mail: kgiu@mail.ru

Статья поступила в редакцию 31.03.2012 г.