

УДК 621.774.2.062

**А.В. Колобов¹, Е.С. Федотов¹, Н.Л. Лисуец²,
А.Г. Радюк², А.И. Виноградов³**

¹ ООО «Северсталь ТПЗ-Шексна»

² Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

³ Череповецкий государственный университет

ПУТИ МИНИМИЗАЦИИ ТРАПЕЦИИ И УГЛА РЕЗА ПРИ РАЗРЕЗКЕ РУЛОННОЙ СТАЛИ НА АПР В УСЛОВИЯХ ООО «СЕВЕРСТАЛЬ ТПЗ – ШЕКСНА»*

Агрегат продольной резки АПР 2000×3,0 – 16,0 производства итальянской фирмы FIMI, установленный на ООО «Северсталь ТПЗ-Шексна», предназначен для продольного роспуска горячекатаных полос толщиной от 3,0 до 16,0 мм. АПР 2000×3,0 – 16,0, как и большинство агрегатов для продольного роспуска материала большой толщины, используемых в металлургической промышленности, имеет привод ножевых валов, аналогичный приводу валков прокатных станов [1]. При приводном резе ножевые валы дисковых ножниц в течение всего периода роспуска являются приводными. Приводной характер реза обуславливает некоторое отклонение плоскости резаной кромки (угла реза) от нормали к поверхности полосы, что выражается в трапециевидности поперечного сечения штрипса.

При разрезке горячекатаных рулонов конечному потребителю необходимо учитывать отклонение ширины штрипса, при этом и узкая, и широкая стороны штрипса должны укладываться в требования стандарта, по которому производится отгрузка готовой продукции (штрипса) (рис. 1). Параметрами, характеризующими трапециевидность штрипса, являются величина трапеции реза и угол реза.

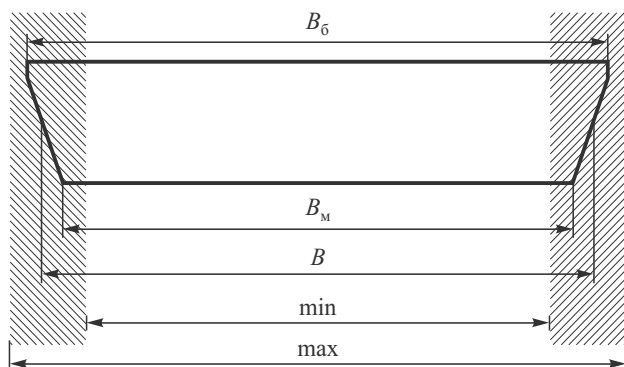


Рис. 1. Поперечное сечение штрипса:

B_0 – ширина большей стороны штрипса; B_m – ширина меньшей стороны штрипса; B – ширина штрипса; min – минимальная ширина штрипса согласно стандарту на готовую продукцию (штрипс); max – максимальная ширина штрипса согласно стандарту на готовую продукцию (штрипс)

В связи с этим, целесообразно для сортамента, разрезаемого на АПР 2000×3,0 – 16,0, построить статистическое распределение величины трапеции и угла реза с целью их минимизации в процессе разрезки.

Величину трапеции определяли как половину разности между максимальной и минимальной шириной штрипса, измеренной с каждой его поверхности:

$$B_{\text{тр}} = \frac{B_0 - B_m}{2}.$$

Угол реза кромок (угол трапеции) вычисляется по формуле [2]

$$\alpha = \arctg \left(\frac{B_{\text{тр}} / 2}{h - H_{\text{пл}}} \right),$$

где α – угол реза кромок, град; h – толщина штрипса, мм; $H_{\text{пл}}$ – высота пластического пояска, мм.

На рис. 2 и 3 приведены примеры статистического распределения величин трапеции и угла реза при разрезке рулонного проката толщиной 4,0 мм и шириной 1220 мм на три штрипса номинальной шириной 394 мм.

Обработанные результаты по распределению трапеции и угла реза приведены в табл. 1.

На основании анализа литературных данных и проведенных исследований можно наметить пути минимизации трапеции и угла реза.

В результате обработки экспериментальных данных были получены регрессионные зависимости величины трапеции реза ($B_{\text{тр}}$) от относительного перекрытия ножей (n/h) и удельного натяжения на разматывателе (p) (рис. 4, 5). Зависимость величины трапеции от относительного зазора между ножами (s/h) аналогична зависимости трапеции от относительного перекрытия ножей.

Из рис. 4 и 5 следует, что минимальные значения трапеции достигаются с уменьшением перекрытия ножей и зазора между ними и с увеличением удельного натяжения на разматывателе. Согласно работе [3], при разрезке рулонного проката для определенной марки стали существует конкретная оптимальная величина зазора между ножами, обеспечивающая высокое ка-

* Работа выполнена под руководством В.В. Шестакова и М.С. Селезнева – ООО «Северсталь ТПЗ-Шексна».

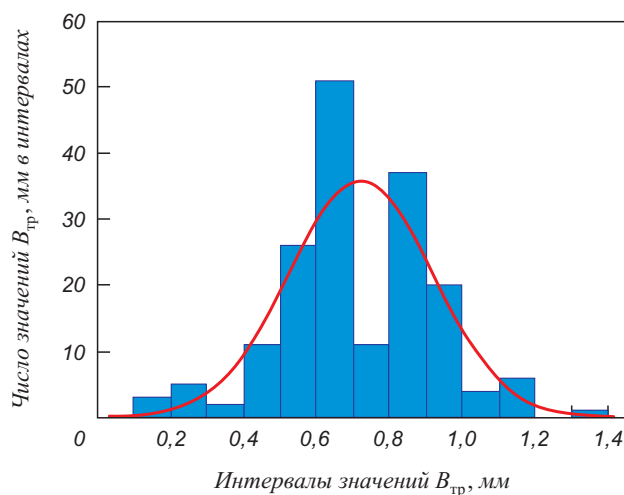


Рис. 2. Статистическое распределение трапеции реза при разрезке рулонного проката толщиной 4,0 мм и шириной 1220 мм на три штрипса номинальной шириной 394 мм

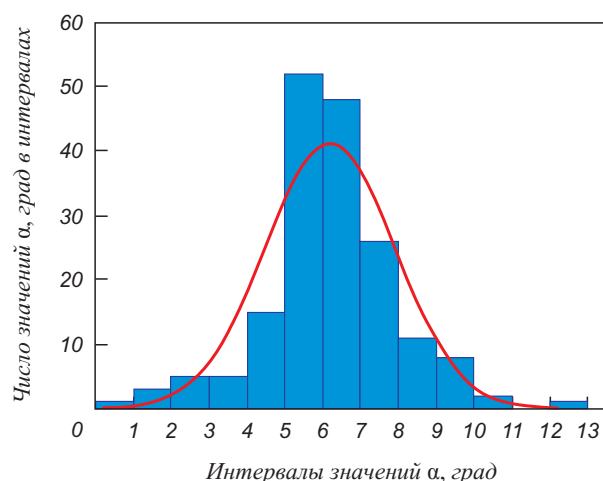


Рис. 3. Статистическое распределение угла реза при разрезке рулонного проката толщиной 4,0 мм и шириной 1220 мм на три штрипса номинальной шириной 394 мм

Таблица 1

Геометрические параметры разрезаемого сортамента на АПР 2000×3,0 – 16,0

Номер сортамента	Толщина, мм (ном.)	Ширина рулона, мм (ном.)	Число штрипсов, получаемых при разрезке рулона	Ширина штрипса, мм (ном.)	Средняя величина трапеции, мм	Средний угол реза, град
1	3	1230	3	398	0,37	3,8
2	4	1220	3	394	0,72	6,2
3	4	1460	3	475	0,58	4,6
4	4	1600	4	394	0,94	7,8
5	5	1205	3	389	1,00	6,7
6	5	1440	3	471	0,84	5,3
7	5	1585	4	389	0,62	4,1
8	6	1190	3	385	1,02	5,3
9	6	1430	3	467	0,97	5,1
10	6	1610	2	788	0,97	5,3
11	7	1540	4	375	1,20	5,8
12	8	1240	1	1176	2,02	7,9
13	8	1500	4	367	1,64	6,4
14	8	1510	4	367	1,58	6,1
15	10	1550	2	761	2,20	7,4
16	12	1170	1	1142	2,00	5,5
17	16	1145	1	1115	2,49	5,0
18	16	1145	1	1118	2,34	4,8
19	16	1145	1	1120	2,10	4,4

чество реза. Качественный рез практически без заусенцев реализуется тогда, когда зоны хрупкого излома от противоположных ножей, двигаясь навстречу друг другу, образуют одну плоскость. При зазоре, превышающем оптимальный, расхождение зон хрупкого излома от противоположных ножей ведет к формированию заусенцев, подгибу кромок. При продольном роспуске

полосы с величиной зазора ниже оптимальной, входящие на противоположные дисковые ножи зоны хрупкого излома не только резко повышают крутящий момент привода ножей, но и ускоряют притупление, а также износ ножей [3]. Теоретически нулевые значения трапеции и угла реза возможны при отсутствии зазора между ножами. Однако это приведет к быстро-

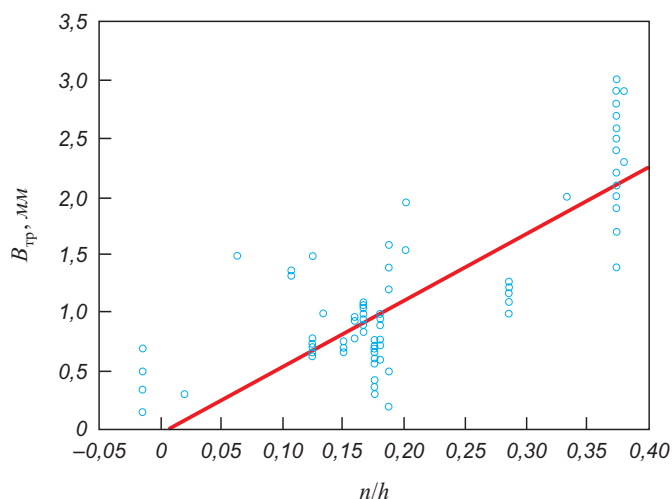


Рис. 4. Зависимость трапеции реза от относительного перекрытия ножей

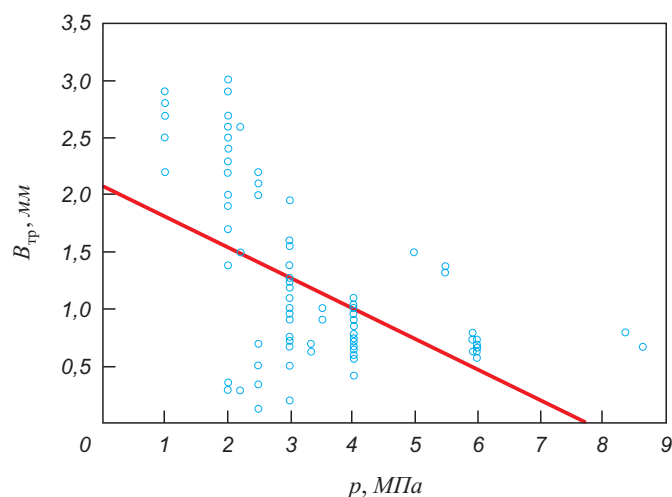


Рис. 5. Зависимость трапеции реза от удельного натяжения на разматывателе

му износу ножей, особенно при их отрицательном перекрытии.

Минимизировать значения трапеции для толщины штрипса до 8 мм можно, повышая пластичность металла. Повышение пластичности приводит к более длительному этапу пластической деформации и перемещения разрезаемых слоев относительно друг друга проходят путем пластического сдвига без разрушения. В этом случае траектория движения скалывающихся трещин близка к прямой линии. Этому способствует также предварительная правка полосы на трех- или пятироликовой машине, в ходе которой проявляется «эффект Баушингера», состоящий в снижении начального предела текучести и более длительном периоде последующей пластической деформации.

При разрезке штрипса толщиной более 8 мм проявляется эффект упрочнения проката, что приводит к росту нормальных и касательных напряжений вблизи режущей кромки и развитию отрицательных растягивающих напряжений в осевой зоне полосы, приводящих к разрушению. Траектория максимальных касательных напряжений среза отклоняется от нормали, приобретает S-образный вид и приводит к лавинообразному разрушению по нескольким плоскостям. Это обуславливает невозможность получения толстолистовых штрипсовых заготовок с нулевой трапецией.

Полученные в ходе исследований результаты использованы при разрезке штрипса из стали 10ХСНД для ЗАО «Тихвинский вагоностроительный завод» (табл. 2).

По результатам переработки штрипса у потребителя получены положительные отзывы по качеству резаной кромки и геометрическим параметрам штрипса.

Выводы. В результате обработки экспериментальных данных по резке рулонного проката на АПР 2000×3,0 – 16,0 ЗАО «Северсталь ТПЗ–Шексна» с помощью программы «Статистика» построены распре-

Таблица 2

Результаты разрезки штрипсов из стали 10ХСНД

Размеры исходной заготовки, мм	Номинальные размеры готовых штрипсов, мм	Допуск по ширине штрипса, мм	Ширина штрипса (верх), мм	Ширина штрипса (низ), мм
8×800	2 штрипса 8×328	0.. + 3,0	329,5	328,5
7×970	3 штрипса 7×246 1 штрипс (обрезь) 7×212	0.. + 2,0	247,0	246,4

деления величины трапеции и угла реза для разрезаемого сортамента.

Даны рекомендации по минимизации величины трапеции и угла реза, которые могут быть использованы при разрезке рулонного проката на АПР 2000×3,0 – 16,0.

Полученные рекомендации были опробованы при разрезке штрипса из стали 10ХСНД для ЗАО «Тихвинский вагоностроительный завод» и показали свою эффективность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Раскатов Е.Ю. Исследование процесса и разработка способа резки тонких полос из трансформаторных сталей: Дисс. ... канд. техн. наук. – Екатеринбург, 2002. С. 29.
2. Шестаков В.В., Колобов А.В., Селезнев М.С. и др. // Изв. вуз. Черная металлургия. 2011. № 9. С. 39 – 41.
3. Бабкин А.Г., Лозовой В.Н., Загуменнов О.В. // Металлург. 2007. № 9. С. 37 – 38.

© 2012 г. А.В. Колобов, Е.С. Федотов, Н.Л. Лисунец,
А.Г. Радюк, А.И. Виноградов
Поступила 21 октября 2011 г.