

О влиянии сталеплавильных факторов на величину брака по металлу при производстве крупных швеллеров в условиях ПАО «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского»

Рассмотрены сталеплавильные факторы, оказывающие влияние на брак по металлу при прокатке швеллеров № 22П, 24П, 30П.

Ключевые слова: раскисление, разливка, заготовка, прокатка, швеллеры, брак

Введение. На среднесортном стане 550 завода им. Петровского освоено производство крупных швеллеров № 22П, 24П, 30П, которые прокатываются из прямоугольной заготовки сечением 135x280 мм из спокойной и, чаще всего, полуспокойной стали марки СтЗпс.

Сталь, которая затем выпускается в ковш с набивной футеровкой из Часов-Яровского песка, выплавляется в 60-тонных кислородных конвертерах верхнего дутья. Для раскисления применяются ферросиликомарганец (кусковой или брикетированный), ферромарганец и алюминий (чушковый и гранулированный), а также спокойная сталь типа 09Г2С и ферросилиций. Внепечная обработка стали отсутствует. Спокойная сталь разливается сифоном в глуходонные уширенные сверху изложницы в слитки массой 7,23 т, а полуспокойная – как сифоном, так и сверху в уширенные снизу изложницы в слитки массой 7,4 т.

Перед прокаткой слитков на блюминге 1050 они нагреваются в регенеративных колодцах или рекуперативных нагревательных ячейках. Заготовка прокатывается на стане 800. Некоторые вопросы, связанные с качеством проката рассмотрены в работах [1-3].

Постановка проблемы. В настоящей работе рассмотрены и проанализированы результаты прокатки швеллеров № 22П, 24 П, 30П в феврале-марте 2014 г.

Изложение основных материалов. В период с 28 января по 3 февраля 2014 г. в ККЦ было отлито 118 плавков (112 – сталь марки СтЗпс и 6 – сталь марки 09Г2С) для производства в ПЦ-1 прямоугольной заготовки сечением 135x280 мм с последующей прокаткой из нее в ПЦ-2 швеллерами № 22П, 24П и 30П.

Швеллер 22П катался только из стали СтЗпс, тогда как на швеллерах 24П и 30П кроме плавков стали СтЗпс было прокатано по 3 плавки стали 09Г2С.

Результаты прокатки представлены в таблице 1.

Из данных табл. 1 следует, что основными видами брака на стали СтЗпс являются расслоение металла и рванина. Количество расслоения составило 40,68 т или 63,18 % от общего брака. На долю такого вида брака, как рванина, приходится 20,45 т или 31,76 %.

Следует отметить, что расслой образовался на 33-х плавках (25,58 % от общего количества прокатанных), в то время как рванина была выявлена на 4-х плавках (3,10 % от общего количества прокатанных).

Средняя масса брака по расслою составила 1,23 т/плавку, а по рванине – 5,04 т/плавку, то есть в 4,1 раза больше. Если исключить брак по рванине из общего его количества, то общий брак по металлу мог бы составить 1,22 %, но даже с его учетом общий брак по металлу за рассматриваемую кампанию проката получился несколько ниже, чем в декабре 2013 г. – начале января 2014 г. при прокате аналогичных профилей (1,78 % против 1,99 %).

Сталь марки СтЗпс для прокатки прямоугольной заготовки в ККЦ выплавлялась, как сказано выше, в период с 28 января по 3 февраля 2014 г.

Из этой заготовки в ПЦ-2 прокатка швеллеров осуществлялась в период с 30.01 по 05.02.14 в следующем порядке: 24П, 30П, 22П.

Привязка результатов проката швеллеров в ПЦ-2 к динамике отливки стали в ККЦ приведена в табл. 2.

Из данных табл. 2 видно, что максимальные значения доли плавков с браком и его массы имели

Таблица 1

Наименование профиля	Годное, т	Брак по металлу		Вид брака и его вес	Количество плавков с браком	
		т	%		штук	% от прокатанных
Швеллер 22П	1889,19	30,45	1,61	расслой – 10 т, рванина – 20,38 т плена – 0,07 т	13	30,23
Швеллер 24П	781,15	9,41	1,20	расслой – 9,41т	12	19,67
Швеллер 30П	956,45	24,53	2,56	расслой – 21,27 т плена – 3,26 т	12	48,0
Итого:	3626,79	64,39	1,78		37	28,68

	Дата отливки в 2014 г. профилей								
	24П					30П		22П	
	28.01.	29.01.	30.01.	31.01.	01.02.	01.02.	02.02.	02.02.	03.02.
Количество отлитых плавков, шт	5	15	14	15	2	16	2	13	29
Количество плавков, давших брак в прокате, шт	0	2	1	6	2	9	2	2	11
Доля плавков с браком, %	0	13,3	7,14	40	100	56,25	100	15,38	37,93
Вес брака, т	0	2,5	0,11	7,21	2,09	6,27	13,83	1,43	29,01
Удельный вес брака, т/плавку	0	1,25	0,11	1,20	1,05	0,7	6,92	0,72	2,64
Вид брака	–	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC, PB, ПЛ

Примечание: в таблицу не вошли данные проката плавков, объединенных в сборные и плавков стали марки 09Г2С

место в период 31.01-01.02 (швеллер 24П), 01.02-02.02 (швеллер 30П), 03.02 (швеллер 22П), причем если с 31.01-01.02 (швеллера 24П и 30П) – это был только расслой, то 03.02 (швеллер 22П) к нему в количестве 20,15 т добавился такой вид брака, как раскатанный пузырь. Расслой образовался на 10 плавках (в среднем 1,0 т/плавку), а раскатанный пузырь – на 4-х (в среднем 5,04 т/плавку).

Плавки, давшие брак в прокате, отливались примерно в одинаковом количестве всеми бригадами в ККЦ, что практически исключает влияние на этот показатель человеческого фактора.

Наиболее вероятной причиной брака в период 31.01-01.02 на швеллере 24П, по-видимому, является переработка на 17 плавках (8 из которых дали брак) чугунов с содержанием марганца до 0,11 %, что автоматически влечет за собой увеличение расхода ферросплавов и чушкового алюминия с целью снижения окисленности стали при одновременном увеличении в ней количества неметаллических включений – основной причины расслоя.

Подтверждением сказанному могут служить рис. 1 и 2, на которых показаны зависимости количества брака по металлу в ПЦ-2 от содержания марганца в чугуне и удельного расхода ферросплавов в 2013 г.

Обращает на себя внимание высокая степень тесноты связей между параметрами, указанными на осях рисунков (R^2).

Еще одним свидетельством влияния количества неметаллических включений в стали на брак по расслою служит способ разливки стали. Данные последней кампании прокатки швеллеров 22П, 24П, 30П по указанному показателю приведены в табл. 3.

Данные табл. 3 показывают, что доля плавков, отлитых сифоном и давших брак в прокате, значительно выше, чем при отливке сверху.

Этот факт можно объяснить двумя обстоятельствами: при разливке сверху исключается такой источник загрязнения стали неметаллическими включениями, как сифонный припас; разливка плавки сверху длится почти на 5 мин. больше чем разливка сифоном, что

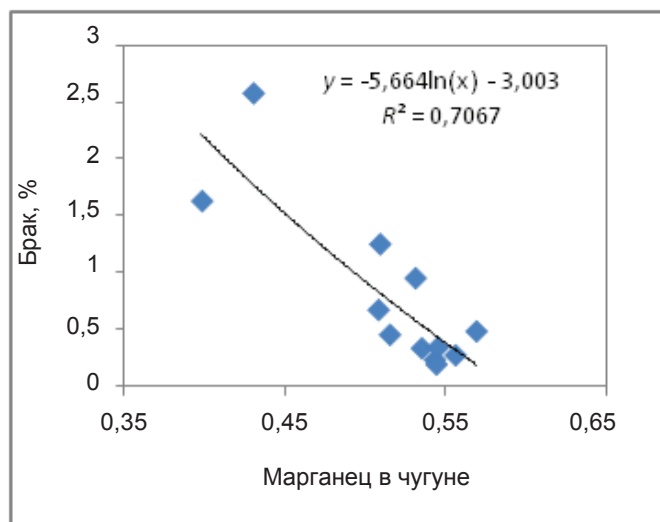


Рис. 1. Зависимость количества брака от содержания марганца в чугуне

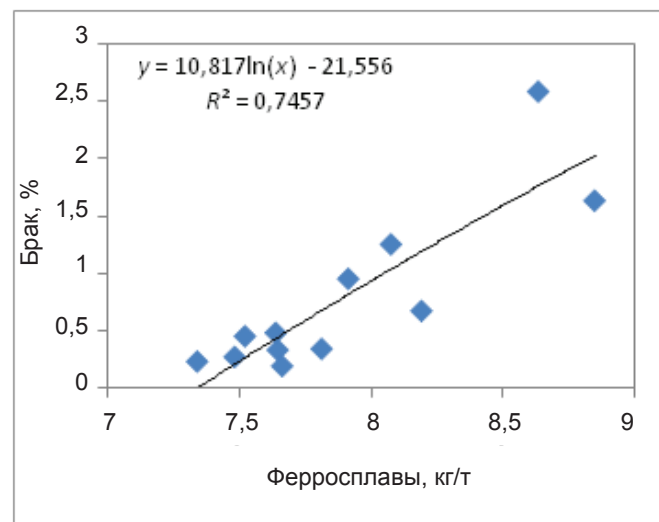


Рис. 2. Зависимость количества брака от количества использованных ферросплавов

Таблица 3

Вид профиля	22П	24П	30П
Количество отлитых плавков всего, шт	42	51	19
Количество плавков отлитых сверху, шт/%	12/28,6	5/9,8	7/36,8
Количество плавков, отлитых сифоном, шт/%	30/71,4	46/90,2	12/63,2
Доля плавков, давших брак при отливке сверху, шт/%	2/16,7	0/0	1/14,3
Доля плавков давших брак при отливке сифоном	11/36,7	12/26,1	8/66,7

таким образом способствует удалению из стали большего количества неметаллических включений.

Следует отметить, что в период с 28.01 по 03.02.2014 г. в работу было введено 10 новых ковшей, но ни одна из 112 плавков не отливалась в новый ковш, а только через одну и более плавков от начала кампании ковша.

Была сделана попытка установить влияние продолжительности искрения стали в изложнице после ее наполнения на величину брака. Никакого влияния этого фактора не было выявлено, что, очевидно, связано с тем, что время искрения изменялось в узких пределах – в подавляющем большинстве случаев 10-20 с.

Был обнаружен факт, который требует дальнейшего изучения. Он касается использования алюминия чушкового и гранулированного. Данные последней компании по этому показателю приведены в табл. 4.

Анализ таблицы 4 говорит о том, что применение алюминия для корректировки окисленности стали происходит в соответствии с действующей технологией, но требует уточнения на основании исследований по замерам окисленности стали в конвертере (после раскисления) и в изложнице (во время разливки) [4].

В периоды с 26.02. по 01.03. и с 06.03. по 13.03.2014г. в ККЦ было отлито 123 плавки (114 сталь марки Зпс и 9 сталь марки 09Г2С) для производства в ПЦ-1 прямоугольной заготовки сечением 135x280мм и с последующей прокаткой из нее в ПЦ-2 швеллеров № 22П, 24П и 30П.

При назначении плавков для проката прямоугольной заготовки были исключены плавки с индексом «товар», передутые и перегретые, с содержанием марганца в чугуне менее 0,4 %. Для раскисления стали применялся силикомарганец с содержанием марганца на уровне 73,0 фракции 20-60 мм. Гранулированный алюминий для подраскисления стали не применялся. Доля плавков, отлитых сверху, составила 48,2 % против 21,4 в феврале.

Результаты проката заготовки на крупные швеллеры в ПЦ-2 приведены в табл. 5.

Из данных таблицы 5 видно, что в марте общий брак по металлу составил 0,81 %, в то время как в феврале он был на уровне 1,78, то есть в 2,2 раза выше. Основным видом брака в марте, как и в феврале, остался расслой.

Ранее отмечалось, что главной причиной расслоя является наличие в стали неметаллических включений как экзогенных, так и эндогенных.

Источником эндогенных включений являются продукты раскисления, а количество их (как при разливке сверху, так и сифоном) примерно одинаково. С экзогенными включениями ситуация обстоит иначе.

При разливке сифоном основным источником включений является сифонная проводка, включения распределяются относительно равномерно по всем слиткам, а при разливке сверху – ставролитовый концентрат, применяемый для засыпки канала верхнего стакана шибберного затвора. Его объем в стакане шибберного затвора составляет около 3,5 дм³, а масса при насыпной плотности 1,98-2,04 кг/дм³ достигает 7,1 кг, причем весь концентрат попадает в 1-й слиток на всех 100 % плавков, отлитых сверху. При разливке сифоном доля таких плавков равна 0 % в силу того, что затвор открывается в стороне от центральной. В концентрате содержится 45,5-49,7 % Al₂O₃ и 27,0-29,2 % SiO₂, то есть это те компоненты, которые чаще всего обнаруживаются в неметаллических включениях, присутствующих в месте расслоя.

С учетом сказанного можно предположить, что при прокате заготовки из плавков, отлитых сифонным способом, расслой имеет место на нескольких слитках, а на плавках, отлитых сверху, как правило, на одном (первом). Он может быть и на последнем слитке за счет попадания в изложницу шлака, если шибберный затвор не был закрыт своевременно. Подтверждением может служить сопоставление массы

Таблица 4

Вид профиля	22П	24П	30П	Сумма
Количество плавков без применения алюминия чушкового и гранул	11	14	9	34
Количество плавков с применением только алюминия чушкового	12	31	6	49
Количество плавков с применением только алюминия гранулированного	4	1	0	5
Количество плавков с применением как алюминия чушкового так и гранулированного	15	5	4	24
Итого:	42	51	19	112

Таблица 5

Профиль	Сдано, т	Брак по металлу		
		вес, т	% от осмотренного	вид
ШВ 30П	857,100	0,380	0,044	плена
		5,760	0,666	расслой
		0,290	0,010	плена
ШВ 24П	2898,700	31,928	1,089	расслой
		0,270	0,009	рванина
		0,580	0,031	плена
ШВ 22П	1846,430	6,050	0,326	расслой
		Итого:	5602,23	45,258

брака на плавках, где она была больше одной тонны. Таких плавков в марте было поровну как при разливке как сверху, так и сифоном (по шесть). Средняя масса брака на плавках, отлитых сифоном, составила 2,35 т/плавку против 1,63 при разливке сверху. Следует отметить, что ни одна из 123 плавков, назначенных на прокат прямоугольной заготовки, не была слита в новый ковш.

Выводы и рекомендации

Проанализированы результаты последних кампаний прокатки швеллеров 22П, 24П, 30П из прямоугольной заготовки сечением 135x280 мм, произведенной из стали марки СтЗпс.

Установлено, что основным видом брака (63,18 %) от его общего количества, как и на предыдущей кампании, является расслой.

Такой вид брака как раскатанный пузырь был выявлен только на 4-х плавках (3,1 %) от общего коли-

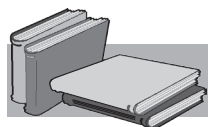
чества прокатанных, но его доля в общей массе брака составила 31,29 %.

Показано, что наиболее заметное влияние на величину брака по расслою оказывает содержание марганца в чугуне, масса присаживаемых в ковш ферросплавов и способ разливки.

Для уменьшения величины брака по расслою необходимо при назначении стали для проката прямоугольной заготовки выбирать плавки с содержанием марганца в чугуне на уровне 0,50-0,55 % и стремиться к увеличению доли плавков, отлитых сверху.

Для уменьшения величины брака по рванине, среди назначенных плавков для проката прямоугольной заготовки необходимо исключить передутые и перегретые плавки.

Разработать мероприятия, исключающие попадание ставролитового концентрата в изложницу при разливке стали сверху.



ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование влияния содержания в плавочном анализе марганца и кремния на образование усадочных пустот в квадратной заготовке из полуспокойной стали, отлитой в сквозные изложницы / Г. Ф. Онушкевич, В. М. Маджар, В. А. Шатровский, М. В. Краев // *Металл и литье Украины*. – 2005. – № 5. – С. 25-27.
2. Гордиенко В. И., Шиков С. И., Краев М. В. Проблема усадочных дефектов при производстве сортового и фасонного проката полуспокойной стали. // Там же. – 2007. – № 5. – С. 35-37.
3. Заспенко А. С., Гордиенко В. И., Шиков С. И. Эффективные возможности улучшения качества фасонных профилей проката // Там же. – 2007. - №5. – С. 16-17.
4. Определение окисленности полуспокойной конвертерной стали на различных этапах ее производства / А. С. Заспенко, А. В. Шибко, К. Ф. Чмырков, С. М. Онацкий, В. А. Ребриков. // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2013. – № 6. – С. 25-28.

Анотація

Чмирков К. Ф., Шибко О. В., Онацкий С. М., Ребриков В. А., Краев М. В.
Про вплив сталеплавильних факторів на величину браку по металу при виробництві крупних швелерів в умовах ПАТ «ЄВРАЗ – ДМЗ ім. Петровського»

Розглянуто сталеплавильні фактори, що мають вплив на брак по металу при прокатці швелерів № 22П, 24П, 30П.

Ключові слова

розкислення, розливка, заготівка, прокатка, швелери, брак

Summary

Smyrkov K. F., Shibko A. V., Onatsky S. M., Rebrikov V. A., Kraiev M. V.
On the influence of factors on the steelmaking defect metal in the production of large channel bars under PJSC "EVRAZ-DMP n.a. Petrovsky"

Examined steelmaking factors, that influencing the defect of metal during rolling channel bars № 22П, 24П, 30П.

Keywords

deoxidation, casting, billet, rolling, channels, defect

Поступила 11.04.14