



This work is dedicated to investigation of peculiarity of cinder formation on rolled wire in the process of its cooling immediately after rolling, of the factors factors influencing on strippability of cinder at testing of the rolled wire samples after rolling and also after 20 and 50 days of storing outdoors.

Н. В. ВОРОНОВ, РУП «БМЗ»

УДК 669

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ОХЛАЖДЕНИЯ КАТАНКИ ДИАМЕТРОМ 5,5–9,0 ММ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ МАРОК СТАЛЕЙ НА СТАНЕ 150 И ДЛИТЕЛЬНОСТИ ХРАНЕНИЯ НА УДАЛЯЕМОСТЬ ОКАЛИНЫ МЕХАНИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

При последующей переработке катанки на проволоку холодным волочением необходимо удалить окалину с ее поверхности. Применяются механический и химический (травление) способы удаления окалины.

Наиболее экономически выгодным и экологически менее безопасным является механический способ удаления окалины с поверхности катанки. Механическому удалению окалины подвергается катанка диаметром до 12,5 мм включительно в основном из низкоуглеродистых и среднеуглеродистых марок сталей. Некоторые зарубежные фирмы применяют механическое удаление окалины с высокоуглеродистой катанки.

Применяются различные устройства, обеспечивающие удаление окалины перед волочильными станами: с одно- и двухплоскостным перегибом катанки через ролики («восьмеркой»), пескоструйные (дробеметные), специальные камеры с уплотненным абразивным порошком, применение ферромагнитного абразивного порошка в магнитном поле, кратковременный плазменный нагрев или резкое охлаждение (жидкий азот) поверхности катанки, применение различных вращающихся материалов (абразивные круги, иглофрезы, ленты), применение воды высокого давления отдельно или совместно с абразивным материалом и др. [1].

В настоящее время за рубежом исследуются технологии по предотвращению образования окалины на катанке сразу после выхода из прокатного стана. Для этого катанку охлаждают в среде инертного газа (азот, CO_2), соляных или свинцовых ваннах до температуры, когда окалина не образуется.

От количества остаточной окалины на поверхности катанки зависит износ первых волок стана.

Непрерывным условием наиболее полного удаления окалины с поверхности катанки механическим способом перед волочением являются режимы прокатки и охлаждения, обеспечивающие минимальное сцепление окалины с металлом.

Исследованию особенности образования окалины на катанке в процессе охлаждения ее непосредственно после прокатки, факторов, влияющих на удаляемость окалины при испытании образцов катанки после прокатки, а также после 20 и 50 дней хранения (реальное время доставки катанки потребителю) на открытом воздухе, посвящена данная работа.

При нагреве заготовок в нагревательной печи стана 150 образовавшаяся на их поверхности окалина удаляется перед прокаткой струями воды высокого давления на установке гидросбива. В дальнейшем в процессе прокатки появляется вторичная окалина, которая почти полностью смывается водой с поверхности раската. При прохождении раската через проволочный блок температура катанки в зависимости от скорости прокатки и количества работающих кассет блока может увеличиваться за счет скоростной деформации более чем на 100 °С.

После проволочного блока до виткообразователя установлены секции водяного охлаждения, которые предназначены для охлаждения катанки до требуемой технологической температуры (первая стадия охлаждения). С целью предотвращения «забуривания» на стане передний конец катанки до 30 м проходит секции без охлаждения водой. Температура поверхности катанки по длине раската в пределах ± 10 °С от заданной поддерживается автоматической системой подачи воды.

После виткообразователя катанка в виде витков укладывается на рольганг Стельмора, где

охлаждается воздухом, подаваемым 10 вентиляторами снизу рольганга (вторая стадия охлаждения катанки – воздушная). От количества и производительности работающих вентиляторов зависит интенсивность воздушного охлаждения катанки. При охлаждении катанки низкоуглеродистых марок стали работают один-два вентилятора с уменьшенным количеством оборотов. Для еще большего снижения интенсивности охлаждения значительная часть транспортера закрывается крышками, а также уменьшается скорость транспортировки витков катанки секциями рольганга.

Укладка витков на рольганге характеризуется значительной неравномерностью по плотности: от максимальной – по бокам и минимальной – по центру рольганга. Для обеспечения равномерности охлаждения витков катанки по ширине рольганга воздушный поток от вентиляторов распределяют неравномерно по ширине рольганга – по центру меньше, а по краям больше. Достичь практически равномерного охлаждения катанки по ширине рольганга (длине витка) при существующем способе охлаждения на рольганге Стельмора затруднительно.

Образование окалины на поверхности металла происходит при температуре выше 570 °С. Толщина окалины зависит от продолжительности пребывания металла в воздушной среде, интенсивности охлаждения (концентрации кислорода возле поверхности металла), химического состава стали (с увеличением содержания хрома, никеля и других легирующих элементов окалинообразование уменьшается) [2]. Непосредственно возле поверхности металла образуется FeO (вюстит), дальше Fe₃O₄ (магнетит) и внешний слой состоит из Fe₂O₃ (гематит).

К бунтоприемнику витки подходят с заметной разницей температуры по длине витка. При этом части витка, которые транспортировались по центру рольганга и располагались на некотором расстоянии друг от друга, уже охладились до температуры ниже 570 °С, а которые располагались по бокам транспортера и касались друг друга имели температуру выше 750 °С (темно-вишневый цвет). При падении витков в бунтоприемник некоторая часть окалины осыпается с поверхности катанки. Если окалина осыпалась с участков катанки с температурой выше 570 °С, то окалина снова образуется на этом месте, но толщина ее значительно меньше, чем на соседних участках.

При навеске бунта на транспортный крюк положение витков сохраняется, кроме части витков с переднего и заднего концов бунта. При «мягких» режимах охлаждения температура витков катанки, расположенных на крюке с двух боков, имеет еще достаточно высокую температуру и окалинообразование продолжается. Чем глубже находятся витки в бунте, тем медленнее

снижается температура на поверхности катанки из-за уменьшения притока воздуха. Из этого следует, что из-за значительной разницы в продолжительности охлаждения отдельных частей витка от температуры после виткообразователя и до температуры окончания окалинообразования на крюке толщина окалины на них будет разной.

Для определения удаляемости окалины с поверхности катанки применяли методику GA-03-16 фирмы «Бекерт». Суть этого метода заключается в следующем. Образцы катанки без выравнивания длиной 300 мм взвешивают на аналитических весах. Потом оба конца образцов на длине 50 мм (длина захвата губками разрывной машины) травят в растворе кислоты и опять взвешивают. На разрывной машине образцы тянут до удлинения 7 % (степень растяжения определяется специальным шаблоном). Еще раз взвешиваются, травлением удаляется остаточная окалина и затем образцы окончательно взвешиваются. По разнице в весе образцов до и после растяжения определяется степень удаляемости окалины. Испытания проводили в лаборатории аналитического обеспечения (ЛАО).

В химической лаборатории металлургического производства (ХЛМП) определяли содержание FeO и Fe – общее в окалине, отобранной от одного витка катанки.

В лаборатории металловедения металлургического производства под микроскопом с увеличением 1000 были исследованы образцы катанки в поперечном сечении с разных мест длины витка. При этом определяли по периметру сечения катанки полную толщину окалины и ее составляющие: толщину слоя с содержанием FeO и Fe₃O₄ (различаются между собой цветовым оттенком). Наружный слой Fe₂O₃ не просматривался из-за малой толщины.

Анализ полученных данных показал, что средняя масса окалины на катанке диаметром 5,5 мм стали марки 1008 по 11 плавкам изменяется от 4,76 до 9,70 г/кг при среднем значении 7,48 г/кг, а удаляемость окалины, определенная по методике «Бекерт», изменяется от 60,4 до 92,4% при среднем значении 86,3%. Средняя масса окалины на катанке диаметром 8,0 мм стали марки 1038 по четырем плавкам изменяется от 2,61 до 3,43 г/кг при среднем значении 3,06 г/кг, а удаляемость окалины по методике «Бекерт» изменяется от 85,8 до 94,7% при среднем значении 90,2%. При этом с увеличением температуры катанки после виткообразователя заметно возрастают масса окалины и степень ее удаляемости.

Для испытаний по полной программе после удаления неохлажденных витков осторожно отбирали с начала или конца одного бунта плавки по шесть витков катанки. Дальше отрезали по два витка катанки для текущих испытаний, для испытаний через 20 и 50 дней хранения на

открытом воздухе. От одного витка катанки равномерно по его длине отбирали четыре пробы, один виток оставался запасным. В дальнейшем представлены средние значения испытаний четырех проб катанки. Для сравнения от бунта катанки диаметром 6,5 мм стали марки Ст.3 были отобраны и испытаны неохлажденные витки катанки (температура на виткообразователе 1100 °С). Для еще

более полного исследования распределения массы окалины по длине витка от катанки диаметром 5,5 мм стали марки Ст.1 были отобраны 20 образцов. Масса окалины по длине витка изменялась от 4,5 до 8,8 г/кг при среднем значении 6,4 г/кг.

Результаты испытаний образцов катанки диаметром 5,5 мм (три плавки), 6,5 мм (две плавки), 8,0 и 9,0 мм приведены в таблице.

Влияние продолжительности хранения катанки на удаляемость окалины, определенной по методике фирмы «Бекерт»

Номер плавки	Марка стали	Диаметр катанки, мм	Температура В/О, °С	Длительность хранения, дней	Масса окалины, г/кг	Удаляемость, %	FeO, %		
13570	1008	5,5	942	1	5,86	92,3	70		
				20	6,33	93,2	69		
				50	6,88	90,0	58		
				6,5	931	1	7,53	95,9	67
						20	7,81	94,4	63
						50	7,55	90,4	57
23114	Ст.3сп		1100	1	12,85	86,7	58		
				20	12,42	84,6	—		
				50	13,37	85,9	—		
				881	1	6,81	94,4	63	
					20	5,84	89,4	57	
					50	6,21	91,1	58	
13785	Ст.1сп	8,0	912	1	6,57	95,3	71		
12985	1010	9,0	936	20	5,41	95,2	64		
				1	7,16	97,3	64		
				20	6,20	84,5	62		
				50	6,75	87,7	63		
				1	7,80	93,6	67		
				20	7,67	90,2	63		
средние значения				50	8,15	89,0	59		

Из таблицы видно, что средние значения удаляемости окалины через 20 дней хранения снижаются с 93,6 до 90,2%, а после 50 дней — до 89,0%, т. е. изменяются мало. Несколько сильнее изменяется содержание FeO в окалине (67, 63 и 59% соответственно). Из этого следует, что с увеличением продолжительности хранения катанки уменьшается содержание FeO в окалине, но удаляемость окалины снижается в меньшей степени.

Несколько хуже удаляется окалина с образцов катанки, отобранных с неохлажденных витков. На этих образцах масса и толщина окалины почти в 2 раза больше, чем на образцах катанки, отобранных с установившимся режимом охлаждения. При недостаточном отборе неохлажденных витков с концов бунта будут получены увеличенные значения массы окалины при входном контроле.

Дополнительно были проведены металлографические испытания на определение толщины фазовых слоев окалины на 16 образцах по длине витка катанки диаметром 5,5 мм SAE 1008 плавки №23697. Распределение полной толщины окалины на образцах катанки по длине витка аналогично распределению массы окалины и изменялось в пределах 10,5–30,1 мкм. При этом толщина слоя окалины с содержанием FeO (ближайший к металлу слой) составляла около 2/3 полной толщины слоя окалины.

Для проверки зависимости удаляемости окалины от ее массы (толщины слоя) были прокатаны на стане 150 опытные плавки катанки с разными режимами двухстадийного охлаждения. Переработка катанки с увеличенной массой окалины в сталепроволочном цехе №3 БМЗ, где перед волочением окалина удаляется механическим способом, ее удаляемость заметно улучшается. Однако увеличение массы окалины экономически оправдано до определенного уровня, так как ведет к увеличению расхода металла на единицу готовой продукции. Так, для катанки диаметром 5,5 мм из низкоуглеродистых марок стали масса окалины не должна превышать 10 г/кг, а для катанки большего диаметра несколько меньше.

Результаты исследований изменения режимов двухстадийного охлаждения катанки внесены в технологические карты. Для катанки с последующим удалением окалины химическим способом для экономии кислоты температура катанки на виткообразователе должна быть не более 850 °С. Для катанки с последующим удалением окалины механическим способом температура катанки на виткообразователе должна быть около 950 °С. При поставке на экспорт катанки из низкоуглеродистых марок стали в большинстве контрактов указывается, что окалина будет удаляться механическим способом и содержание ее должно быть

не менее 6 кг/т для обеспечения ее хорошей удаляемости.

Выводы

Масса и толщина окалины зависят от продолжительности охлаждения поверхности катанки от ее температуры после виткообразователя до температуры окончания окалинообразования (примерно 570 °С). При падении витков в бунтоприемник часть окалины осыпается с поверхности катанки и если в этих частях витков температура поверхности выше 570 °С, то образуется новый более тонкий слой окалины. Масса окалины в зависимости от места отбора проб по длине витка катанки может изменяться почти в 2 раза и определяется спецификой воздушного охлаждения на БМЗ. Масса окалины на поверхности катанки с неохлажденных витков примерно в 1,5 раза больше, чем с нормальным охлаждением и удаляемость окалины с них несколько хуже.

Удаляемость окалины, определенная по методике фирмы «Бекерт», для низкоуглеродистых марок сталей диаметром от 5,5 до 9,0 мм находится в пределах 80–97% и с увеличением толщины окалины (массы) ее удаляемость улучшается.

Испытания образцов катанки после 20 и 50 дней хранения на открытом воздухе показали, что удаляемость окалины и содержание FeO в окалине несколько снижаются. Если не учитывать осыпаемость окалины при перегрузках бунтов катанки на разные виды транспорта, то масса окалины и ее удаляемость сохраняются до времени поступления к потребителю.

Литература

1. Делюсто Л. Г. Абразивно-порошковая очистка проката от окалины М.: Машиностроение, 2002.
2. Луценко В. А. Влияние параметров высокоскоростной термомеханической обработки на процессы окалинообразования углеродистой стали // Литье и металлургия. 2005. №2. Ч.2. С. 96–98.