

УДК 621.771.23:06

С.А.Воробей, Г.В.Левченко, Е.М.Рыбалка, Е.Б.Будилова

## ОСОБЕННОСТИ ТРЕБОВАНИЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ К ПОКАЗАТЕЛЯМ КАЧЕСТВА ГОРЯЧЕКАТАНОГО И ХОЛОДНОКАТАНОГО ПОЛОСОВОГО ПРОКАТА

Проведен сопоставительный анализ требований отечественных и международных стандартов к полосовому прокату. Показано, что требования отечественных и международных стандартов по многим показателям близки.

### **Постановка задачи.**

Переход металлургических предприятий на выпуск продукции по международным стандартам требует детального анализа особенностей определения показателей качества и нормативных требований к ним. В настоящей работе проведен сопоставительный анализ отечественных и международных (ISO) стандартов, по которым поставляются основные виды продукции широкополосных станов Украины, и перечень которых приведен в таблицах 1 и 2.

### **Изложение основных материалов исследования.**

Показатели качества, предусматриваемые стандартами, можно объединить в четыре основные группы: точность геометрических размеров, качество поверхности, химический состав и механические свойства. Проведенный анализ требований стандартов к показателям качества показал следующее.

1. Горячекатаный прокат. Распространение отечественных и международных стандартов на сортамент горячекатаного листового проката несколько различно. Так, диапазоны толщины и ширины листов и полос не одинаковы в аналогичных стандартах. Отечественные стандарты, как правило, разделены для тонко- и толстолистового проката, а международные стандарты охватывают и тонко- и толстолистовой прокат аналогичного назначения. При этом, тонколистовым прокатом считаются листы и полосы толщиной 3,9 мм и менее (ГОСТ) и менее 3 мм (ISO). По ДСТУ 2834 (ГОСТ 16523) и ГОСТ 17066 предусматривается поставка как горячекатаного, так и холоднокатаного проката. В эти виды проката четко разделены.

Требования к точности геометрических размеров практически всей листовой горячекатаной продукции регламентируются ГОСТ 19903. В международных стандартах для листов, полученных полистной прокаткой, эти требования устанавливаются специальным стандартом (ISO 7452). Для рулонного проката и листов, полученных порезкой полос из рулонов, эти требования приводятся практически в каждом стандарте на данную продукцию.

Таблица 1 Перечень рассмотренных стандартов на горячекатаный листовой прокат

Обозначение стандарта	Наименование стандарта	Область распространения		
		Сталь	Вид проката	Толщина, мм
ГОСТ 19903-74	Прокат листовой горячекатаный. Сор-тамент	Все виды	листы рулоны	0,40 – 160 ≥ 500 1,2 – 12 ≥ 500
ДСТУ 2834-94 (ГОСТ 16523-97)	Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения	Углеродистая качественная и обыкновенного качества	листы, рулоны (г/к, х/к)	≤ 3,9 ≥ 500
ГОСТ 4041-71	Прокат листовой для холодной штамповки из конструкционной качественной стали	Углеродистая качественная конструкционная	листы	4 – 14 ГОСТ 19903
ГОСТ 1577-93	Прокат толстолистовой и широкополосный из конструкционной качественной стали	Качественная конструкционная нелегированная и легированная	листы рулоны	4 – 160 4 – 12 ГОСТ 19903 ГОСТ 19903
ГОСТ 14637-89	Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного качества	Углеродистая обыкновенного качества	листы рулоны	4 – 160 4 – 12 ≥ 500 ≥ 500
ГОСТ 17066-80	Прокат тонколистовой из конструкционной низколегированной стали	Конструкционная низколегированная	листы, рулоны (г/к, х/к)	0,5 – 3,9 ≥ 500
ДСТУ ISO 4995-2002	Лист горячекатаный из конструкционной стали	Конструкционная	листы, рулоны	1,6 – 6 ≥ 600
ISO 3573-86	Сталь листовая горячекатаная/ углеродистая торгового качества и для вытяжки	Углеродистая	листы, рулоны	1,2 – 12,5 ≥ 600
ISO 7452-84	Листы горячекатаные. Допуски на размеры и форму	Нелегированная, легированная и нержавеющей	листы	≤ 150 ≤ 4000
ISO 630-80	Сталь конструкционная	Конструкционные общего назначения	листы рулоны	≥ 3 ≥ 600 > 6 ≥ 600

Таблица 2 – Перечень рассмотренных стандартов на холоднокатаный листовой прокат

Обозначение стандарта	Наименование стандарта	Область распространения			
		Сталь	Вид проката	Толщина, мм	
ГОСТ 19004–90	Прокат листовой холоднокатаный. Сортамент	Все виды	листы	0,35 – 5,0	Ширина, мм ≥ 500
			рулоны	0,35– 3,5	≥ 500
ДСТУ 2834–94 (ГОСТ 16523–97)	Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения	Углеродистая качественная и обыкновенного качества	листы, рулоны (г/к, х/к)	≤ 3,9	≥ 500
ГОСТ 9045–93	Прокат тонколистовой холоднокатаный из низкоуглеродистой качественной стали для холодной штамповки	Низкоуглеродистая качественная	листы, рулоны	≤ 3,9	–
ГОСТ 17066–80	Прокат тонколистовой из конструкционной низколегированной стали	Конструкционная низколегированная	листы, рулоны (г/к, х/к)	0,5 – 3,9	≥ 500
ISO 4997–78	Листы холоднокатаные из конструкционной стали	Конструкционная	Листы, Рулоны	0,36–3	≥ 600
ISO 3574–86	Тонколистовая углеродистая сталь, обжаренная в холодном состоянии, торгового качества и для выжарки	Углеродистая	Листы, рулоны	≥ 0,36 (как правило до 4,0)	≥ 600

Требования к геометрическим параметрам и отклонениям от них, устанавливаемые отечественными и международными стандартами, близки. Однако, при этом интервалы толщины и ширины проката сгруппированы по-разному. Кроме того, в международных стандартах требования к отклонению толщины объединены в меньшее количество групп (то есть, в одну группу включается больший диапазон толщин).

Измерение толщины проката в соответствии с требованиями ГОСТ 19903 проводят: на листах – на расстоянии не менее 100 мм от торцов и не менее 40 мм от кромок, на рулонах – на расстоянии не менее 40 мм от кромок и не менее 2 м от конца рулона. В соответствии с требованиями ISO 4995 и ISO 3573 измерение толщины проката с необрезной кромкой проводят на расстоянии не менее 40 мм от кромки, а для проката с обрезной кромкой не менее 25 мм. Допуски не относятся к концевым участкам рулонов, длину которых определяют по зависимости  $L = 90/h$  (где  $h$  – толщина полосы, мм). Максимальное суммарное значение длин двух концов не может превышать 20 м.

ГОСТ 19903 предусматривает для проката толщиной до 12 мм повышенную и нормальную точность. Для проката толщиной 3,9 мм и менее предусмотрены симметричные допуски, а для проката толщиной более 3,9 мм – несимметричные с большим значением минусового допуска. В ГОСТ 4041 предусмотрены отличные от ГОСТ 19903 допуски на толщину. В частности, дополнительно введена высокая точность листов толщиной от 4 до 7 мм. Кроме того, предусмотрены симметричные допуски для повышенной, высокой и нормальной точности (в последнем случае при ширине листов более 1200 мм). В ISO 3573 предусмотрены симметричные допуски на толщину проката с непрерывных станов вплоть до толщины 12,5 мм. Для проката станом полистной прокатки (ISO 7452) предусмотрены несимметричные допуски (с большим значением плюсового допуска). В целом же поле допусков отличается незначительно.

Ширина проката в рулонах в соответствии с требованиями ГОСТ 19903 измеряется на расстоянии не менее 2 м от конца рулона. По ISO 4995 и ISO 3573 для проката в рулонах с необрезной кромкой допуски на ширину не распространяются на концевые участки, длину которых определяют аналогично, как и для толщины. Однако по ISO 3573 суммарное значение длины двух концов не может превышать 20 м.

Существенно различаются принципы построения требований к плоскостности листового проката. В ГОСТ 19903 предусмотрены четыре вида плоскостности – нормальная, улучшенная, высокая и особо высокая без указания способа ее обеспечения. В ISO 3573 требования разделены для проката горячекатаного, правленого в роликоправильных машинах и правленого в изгибно-растяжных машинах. Причем, если допускаемые отклонения от плоскостности горячекатаного проката почти в два раза больше, чем листового проката нормальной плоскостности по ГОСТ

19903, то для правленого проката допуски примерно соответствуют высокой и особо высокой плоскостности по ГОСТ 19903. Кроме того, в ISO требования устанавливаются в зависимости от ширины проката, что не предусмотрено ГОСТ 19903.

Требования к допустимым дефектам поверхности листового проката, полученного полистной прокаткой, во многом аналогичны в отечественных и международных стандартах. Устанавливаются конкретные допустимые параметры зачистки поверхностных дефектов и их заварки. Для продукции непрерывных станов в отечественных стандартах приводятся более конкретные требования к качеству поверхности. Требования к качеству поверхности в международных стандартах ограничиваются указанием «не препятствовать применению проката». В соответствии с ДСТУ 2834 (ГОСТ 16523) и ГОСТ 4041 горячекатаный прокат производится III и IV групп отделки поверхности (повышенная и обычная). Причем требования к качеству поверхности проката по этим стандартам несколько отличаются.

В национальных стандартах Украины и межгосударственных стандартах требования к химическому составу стали приводятся, в основном, в специальных стандартах, в которых регламентируются максимальное и минимальное содержание основных элементов. Зарубежные стандарты, как правило, регламентируют не только требования к маркам стали или их составу, но и нормируют механические характеристики проката из этих сталей. Следует отметить, что в международных стандартах предусматривается значительно меньшее количество марок стали. Марки низкоуглеродистых сталей с содержанием углерода до 0,21 % близки по химическому составу в отечественных и международных стандартах. Однако, в тех случаях, когда в отечественных стандартах предусмотрено применение марок стали с большим содержанием углерода (Ст4, Ст5), международные стандарты предусматривают применение низкоуглеродистой стали с повышенным содержанием марганца.

В большинстве отечественных стандартов указывается конкретная марка стали (со ссылкой на стандарт, регламентирующий химический состав стали) и необходимый уровень механических свойств. Вместе с тем, в ДСТУ 2834 (ГОСТ 16523) марки стали приводятся справочно, а поставка проката предусматривается по различным группам прочности. Однако, такого количества групп прочности (диапазонов механических свойств) не предусматривает ни один международный стандарт. Причем, многие группы прочности потребители проката Украины и СНГ заказывают редко.

Для горячекатаного проката в листах и рулонах, в основном, определяются следующие механические свойства: временное сопротивление разрыву, предел текучести, относительное удлинение и изгиб в холодном состоянии, а для толстолистового проката еще и ударная вязкость. В раз-

ных отечественных стандартах регламентируется временное сопротивление или предел текучести, либо оба показателя. В международных стандартах часто регламентируют или временное сопротивление разрыву, или предел текучести. В некоторых международных стандартах определяется верхний и нижний предел текучести, что не предусмотрено в отечественных стандартах. Различаются размеры образцов для испытания на разрыв, что приводит к несопоставимым значениям относительного удлинения. Например, ДСТУ 2834 (ГОСТ 16523) регламентирует  $\delta_4$ , ГОСТ 4041 –  $\delta_5$  и  $\delta_{10}$ . Международные стандарты предусматривает определение удлинения на трех видах образцов – с базовой длиной 50 и 80 мм, а также на пропорциональных образцах  $\delta_5$ . Предпочтительной величиной относительного удлинения в международных стандартах принята  $\delta_5$ . Для перевода относительного удлинения, полученного на образцах с различной расчетной длиной, пользуются стандартом ISO 2566/1.

Формула для пересчета имеет вид:

$$A_2 = A_1 \cdot (K_1 / K_2)^{0,4},$$

где  $K_1 = L_1 / S_1^{0,5}$ ,  $K_2 = L_2 / S_2^{0,5}$ ,  $A_1$  и  $A_2$  – относительное удлинение образцов различных размеров,  $L$  – базовая длина образцов,  $S$  – исходная площадь поперечного сечения образцов.

В соответствии с этой методикой для пересчета величин относительного удлинения, применяемых в отечественных стандартах, можно использовать выражения:

$$\delta_5 = \delta_{10} \cdot 1,317,$$

$$\delta_5 = \delta_4 \cdot (3,166 / h^{0,5})^{0,4}.$$

Однако следует отметить, что пересчет относительного удлинения по предусмотренной ISO 2566/1 методике не обеспечивает абсолютной идентичности результатов.

Листовой прокат с уровнем механических свойств, предусмотренным в международных стандартах, как правило, имеет аналоги в отечественных стандартах, т.е. можно выбрать близкий по химическому составу и механическим свойствам прокат.

## 2. Холоднокатаный прокат.

Размерные ряды холоднокатаного листового проката (толщина и ширина), предусмотренные отечественными и международными стандартами, близки. Как в отечественных, так и в международных стандартах предусмотрены симметричные допуски на толщину. ГОСТ 19904 предусматривает высокую, повышенную и нормальную точность. Такой градации в международных стандартах нет. Допуски на толщину проката нормальной точности по ГОСТ 19904 и допуски по ISO 3574 практически совпадают. ISO 4997 допускает большее отклонение толщины.

Допуски на ширину, установленные международными стандартами, несколько меньше, чем по ГОСТ 19904.

По ГОСТ 19904 в зависимости от точности обеспечения длины листов, полученных резкой рулонов, прокат может изготавливаться высокой, повышенной и нормальной точности. Требования к длине листового проката нормальной точности по ГОСТ 19904 примерно соответствуют требованиям ISO 4997 и ISO 3574.

Сравнение требований стандартов к плоскостности проката показывает, что допуски по ISO 4997 значительно больше, чем по ГОСТ 19904. Допуски по ISO 3574 для проката, не прошедшего специальной правки, примерно соответствуют требованиям для нормальной плоскостности по ГОСТ 19904, а проката после правки – высокой и особо высокой плоскостности по ГОСТ 19904.

Требования к серповидности проката более жесткие в международных стандартах. Требования к телескопичности рулонов предусмотрены только в отечественных стандартах.

Основные требования к качеству поверхности холоднокатаного тонколистового проката, производимого в Украине, изложены в ДСТУ 2834 (ГОСТ 16523) и ГОСТ 9045. Причем они идентичны. Холоднокатаный лист производится I, II и III группы качества отделки поверхности (в том числе IIIa и IIIб). Прокат I группы производится со следующим состоянием поверхности: глянцевая (шероховатость Ra не более 0,6 мкм), матовая (шероховатость Ra не более 1,6 мкм), шероховатая (шероховатость Ra более 1,6 мкм).

В ISO 3574 требования к качеству поверхности изложены весьма сжато и неконкретно. В отличие от этого международного стандарта, в ряде зарубежных национальных стандартов приводятся конкретные требования к качеству поверхности проката. Например, согласно DIN 1623 прокат изготавливается двух видов поверхности O3 и O5. Для вида O3 поверхность может быть матовая либо шероховатая. Для вида O5 – особо гладкая (шероховатость Ra ниже 0,4 мкм), гладкая (шероховатость Ra ниже 0,9 мкм), матовая (шероховатость Ra от 0,6 до 1,9 мкм), шероховатая (шероховатость Ra более 1,6 мкм).

В международных стандартах ISO 4997 и ISO 3574 предусматривается значительно меньшее количество марок стали и категорий качества (групп прочности, способности к вытяжке), чем в аналогичных ДСТУ 2834 (ГОСТ 16523) и ГОСТ 9045. По уровню требований к химическому составу и механическим свойствам проката ГОСТ 9045 близок к ISO 3574. Это позволило включить дополнительные требования ISO 3574 в ГОСТ 9045–93. Однако есть и существенные отличия данных стандартов. Так, ГОСТ 9045 предусматривает определение глубины сферической лунки по Эриксену, а в ISO 3574 такое испытание не предусматривается. ГОСТ 9045 для ряда категорий регламентирует предел текучести и временное сопротивление разрыву, а ISO 3574 только временное сопротивление разрыву. В стандарте DIN 1623 регламентируется временное сопротивление

разрыву, предел текучести и глубина сферической лунки по Эриксену. В отечественных стандартах оговорены требования к микроструктуре проката, чего нет в международных стандартах.

В целом же можно отметить, что требования отечественных стандартов к листовому прокату для глубокой вытяжки несколько выше, чем международных и национальных стандартов других стран.

**Выводы.**

Выполненный анализ позволяет сделать вывод, что, несмотря на различные принципы построения отечественных и международных стандартов, требования к показателям качества листового проката близки. Причем в некоторых случаях отечественные стандарты предусматривают даже более жесткие показатели качества. Однако, при поставке продукции по международным стандартам необходимо учитывать особенности методов определения показателей качества листового проката.

*Статья рекомендована к печати д.т.н., проф. С.М.Жучковым*