

**Глубина сферической лунки черной жести непрерывного отжига**

Толщина, мм	Глубина сферической лунки Ie, мм			
	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.
0,18	6,9	7,1	7,5	8,0
0,20	7,1	7,3	7,7	8,2
0,22	7,3	7,5	7,9	8,4

вом этапе внедрения приборов в 2003 году, когда показания величин обжатий полосы выводились на экран цифрового индикатора.

Результатом контроля технологии дрессиров-

ки явилось значительное повышение глубины сферической лунки, определяющей пластичность жести непрерывного отжига (см. таблицу).

На рис. 6 представлена диаграмма выхода черной жести непрерывного отжига, не соответствующей требованиям нормативной документации.

Таким образом, внедрение САИВП «Вытяжка» на дрессировочных станах № 1 и 2 ЛПЦ-3 ОАО «ММК» позволило контролировать обжатия при дрессировке жести и при этом снизить производство черной жести, не соответствующей требуемым свойствам по заказам.

УДК 621.771

В.Г. Антипанов, В.Л. Корнилов, А.С. Бельшев\*

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ И ПРОФИЛЬНЫХ ТРУБ В ОАО «ММК»**

Совершенствование и развитие производства гнутых профилей проката в ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» ведётся в направлении создания новых и конкурентоспособных видов продукции. Разработка технологии их профилирования идет параллельно с совершенствованием существующей технологии производства на четырех профилегибочных агрегатах: 1÷4×50÷300 и 2÷8×100÷600 (сортовые профили), 0,5÷2,5×300÷1500 и 1÷5×300÷1650 (листовые гофрированные, в том числе с полимерными покрытиями, и профили высокой жёсткости – ПВЖ, с периодически повторяющимися гофрами).

Одним из недостатков известных гофрированных профилей является большая разница их моментов сопротивления в двух взаимно перпендикулярных направлениях: для листов с продольными гофрами величина сопротивления продольному изгибу значительно больше, чем поперечному изгибу. Это вызывает необходимость при эксплуатации таких профилей (например, в качестве настилов или перекрытий) использовать дополнительные усиливающие элементы, что повышает расход металла. Освоенный на агрегате «0,5÷2,5» гофрированный профиль с волнистыми гофрами (рис. 1) практически лишён этих недостатков, т.е. он близок к профилю «изотропной» жесткости [1].

Широкое распространение получили гофрированные листы с трапецевидными гофрами. Однако при воздействии на них большой про-

дольной изгибающей нагрузки нередко происходит уменьшение высоты гофров (с одновременным увеличением их ширины), что ухудшает прочностные характеристики профилей. С целью устранения этого недостатка освоено производство оригинального листового профиля с «грибовидными» гофрами (рис. 2). Испытания его показали, что при больших нагрузках (нормальных или продольно-скручивающих) происходит уменьшение высоты гофров и в конечном итоге соприкосновение их вершин, что только повышает несущую способность профиля [2].

Гофрированные листы нередко используют для изготовления панелей различного назначения, обычно с внутренним наполнителем [3]. На ММК разработана оригинальная конструкция панель-кассеты (рис. 3), а также технология её производства.

Панель-кассета образована парой гофрированных листов с противоположно-направленными (продольными и поперечными) гофрами. Листы плотно соприкасаются друг с другом (гофры – наружу), а их боковые кромки соединены «в замок». Испытания панель-кассет показали, что при оптимальном соотношении параметров листов и гофров (высота гофров от 10 до 40 толщин листа; количество гофров – от 3 до 9) кассеты обладают одинаковым сопротивлением продольному и поперечному изгибам на участках равной ширины и длины и способны выдерживать значительные скручивающие усилия.

Технология изготовления панель-кассет предусматривает двухуровневое профилирование

\* В работе принимали участие Грідневский В.И., Арханделев А.В.

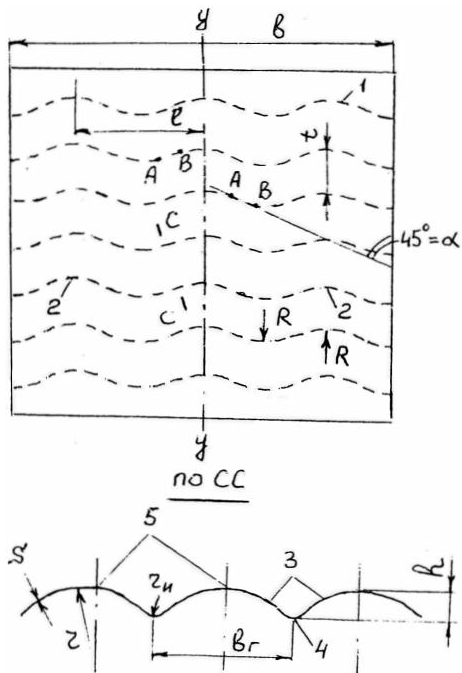


Рис. 1. Гофрированный профиль с волнистыми гофрами:  
1 – вершина гофра; 2 – дуга изгиба гофра; 3 – гофр;  
4 – дуга сопряжения гофров; 5 – дуга при вершине гофра

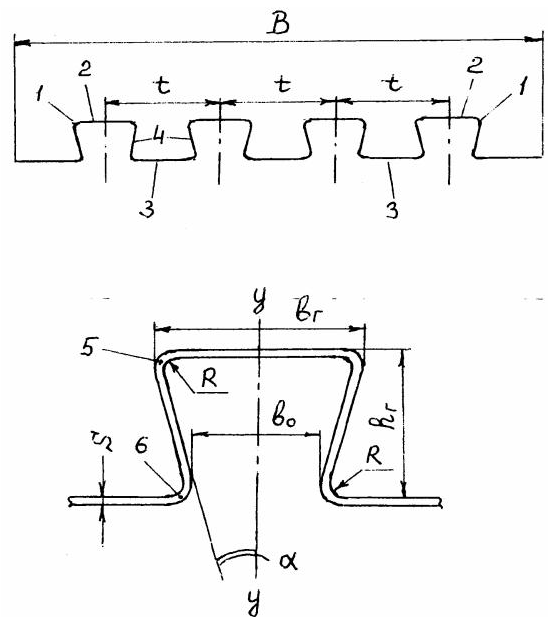


Рис. 2. Листовой профиль с грибовидными гофрами:  
1 – гофр; 2 – вершина гофра; 3 – плоский межгофровый участок; 4 – боковые грани гофров; 5 и 6 – участки изгиба соответственно при вершине и у основания гофра

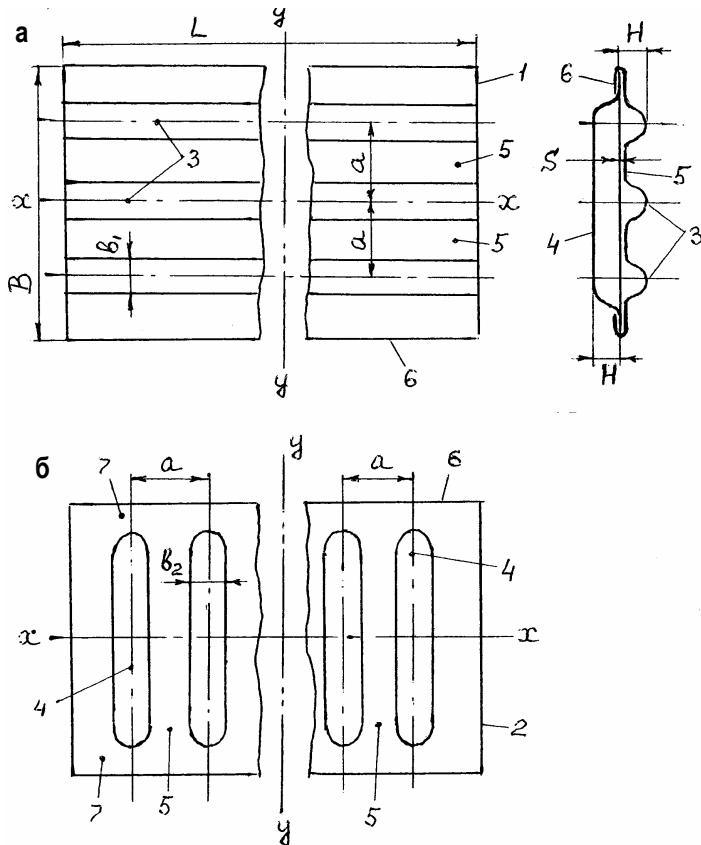


Рис. 3. Стальная панель-кассета:  
а – листовой профиль 1 с поперечными гофрами;  
б – профиль 2 с поперечными гофрами; 3 – продольные гофры; 4 – поперечные гофры; 5 – плоские межгофровые участки; 6 – «замок»; 7 – плоские боковые участки

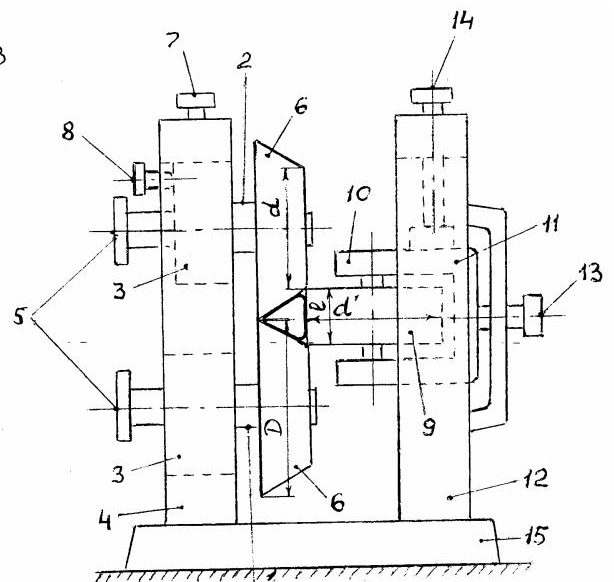


Рис. 4. Клеть для формовки треугольных труб:  
1 и 2 – горизонтальные валки; 3 – опора; 4 и 12 – станины; 5 – муфта привода; 6 – конические бочки; 7, 8, 13 и 14 – нажимные винты; 9 – вертикальный валок; 10 – щековина С-образной опоры 11; 15 – основание; 16 – формируемая труба

в четырехвалковых клетях с двумя парами горизонтальных валков, конструкция которых также разработана.

Большим спросом в настоящее время пользуются профильные трубы (в основном – квадратного и прямоугольного сечения), изготавливаемые из круглых труб – заготовок различного сортамента. Ранее на комбинате была разработана конструкция универсальной четырехвалковой клетки [4], отличительной особенностью которой является возможность изменения высоты и ширины прямоугольного (квадратного) калибра с изменением его площади от нуля до максимальной величины, определяемой длиной бочки валков, образующих калибр [5].

С целью расширения сортамента профильных труб предложена клеть для формовки треугольных труб (рис. 4). Трубы такого сечения, как показали сравнительные испытания, обладают в 1,43...1,54 раза большим сопротивлением продольному изгибу, чем круглые трубы, и в 1,18...1,30 раза большим, чем квадратные (при равном периметре и толщине металла).

Значительное внимание уделяется и совершенствованию конструкции профилегибочных валков, в основном увеличению длительности их рабочей кампании (в частности, её прогнозированию) и расширению технологических возможностей валков.

В цехе гнутых профилей используется способ определения длительности работы валков, сущность которого заключается в определении объема валков, потребного для производства ранее не изготавливавшегося на данном стане профилиразмера, т.е. того количества (тоннажа) валков, которое в результате последовательных переточек по износу станет непригодным для дальнейшей работы [6].

Это количество определяется из зависимости:

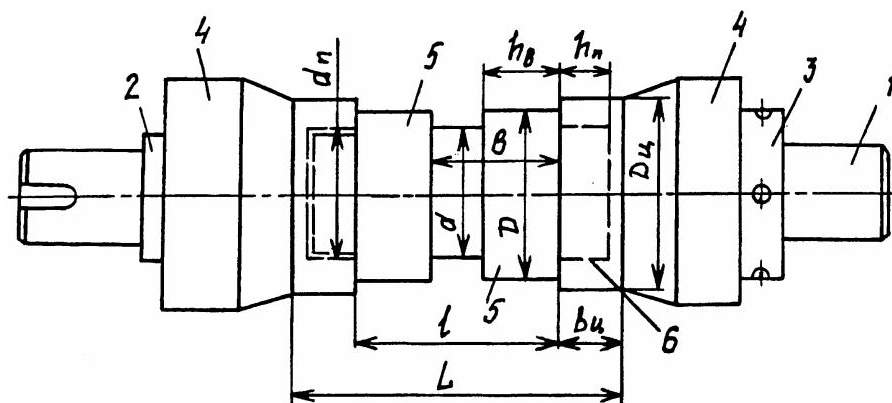


Рис. 5. Валок изменяемой длины:  
1 – цапфа; 2 – бурт; 3 – стопорная гайка; 4 – цилиндрические элементы; 5 – валок; 6 – проточка

$$C_2 = (0,95 \dots 0,98) \cdot C_1 \cdot \frac{h_2}{h_1} \cdot \frac{B_2}{B_1} \cdot \frac{d_2}{d_1} \cdot \frac{P_1}{P_2}, T$$

где  $C_1$  – известное количество металла, прокатанного из заготовки толщиной  $h_1$  и шириной  $B_1$  в валках с катающим диаметром  $d_1$  при наибольшем давлении металла на валки  $P_1$ ;  $h_2, B_2, d_2$  и  $P_2$  – те же показатели для нового сортамента (величина  $P_2$  определяется в начале его формовки).

С целью возможности изготовления на одних и тех же валках сортовых профилей с различной шириной горизонтального элемента сечения (например, швеллерных и корытных профилей) используется конструкция валка, показанного на рис. 5 [7].

В цилиндрических элементах 4 валка выполнены проточки 6, глубина  $h_n$  которых примерно равна высоте  $h_b$  части элемента валка 5 с диаметром  $d$ , а диаметр  $d_n$  проточки выбран таким, чтобы обеспечить в ней легкоходовую посадку промежуточного элемента 5. В зависимости от положения этих промежуточных элементов (при развороте их на  $180^\circ$ ) будет изменяться расстояние между элементами в пределах величины  $2h_b$ .

Все оригинальные технические решения в области профилегибочного производства защищены в ОАО «ММК» патентами, количество которых в настоящий момент – около 300.

#### Библиографический список

1. Пат. 2281177 РФ. Листовой гофрированный профиль / Корнилов В.Л., Антипанов В.Г., Урмацких А.В. и др. // Открытия, изобретения. 2006. № 22.
2. Пат. 2281178 РФ. Листовой гнутый профиль / Антипанов В.Г., Корнилов В.Л., Урмацких А.В. и др. // Открытия, изобретения. 2006. № 22.
3. Производство гнутых профилей (оборудование и технология) / Под ред. И.С. Тришевского. М.: Металлургия, 1982. С. 312–314.
4. Пат. 2201825 РФ. Универсальная четырехвалковая клеть для профилирования труб / Антипанов В.Г., Бондяев И.И., Афанасьев В.Ф. и др. // Открытия, изобретения. 2003. № 10.
5. Совершенствование технологии в ОАО «ММК»: Сб. трудов ЦЛК ММК. Вып. 5. Магнитогорск: Дом печати, 2001. С. 205–208.

6. Пат. 2270070 РФ. Способ определения длительности рабочей кампании профилегибочных валков / Антипанов В.Г., Карпов Е.В., Архандеев А.В. и др. // Открытия, изобретения. 2006. № 5.
7. Пат. 2256523 РФ. Валок профилегибочного стана / Сеничев Г.С., Антипанов В.Г., Бельшеев А.С. и др. // Открытия, изобретения. 2005. № 20.

УДК 658.562:621.771

М.И. Румянцев, А.С. Цепкин, Т.В. Оплачко

## УНИФИЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К РАСЧЕТУ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ОЦЕНОК ПРИ КВАЛИМЕТРИЧЕСКОМ ОЦЕНИВАНИИ КАЧЕСТВА ПРОКАТА

Наиболее объективные и достоверные выводы относительно соответствия качества проката требованиям нормативных документов могут быть сделаны только с применением квалиметрического оценивания [1–3].

Из квалиметрических методов наиболее совершенным и объективным является комплексный метод оценки качества, в соответствии с которым применяется комплексный показатель  $Q$ , отображающий одним числом все множество свойств, составляющих качество продукции. Вместе с тем в ряде работ, например в [1–3] и др., отмечается, что дифференциальные оценки качества имеют самостоятельную ценность, т. к. позволяют сопоставить фактические значения единичных показателей качества с заданными (эталонными, базовыми).

Единичные показатели качества конкретной продукции образуют существенно разнородную совокупность как по абсолютным значениям, так и по размерностям. Поэтому для обеспечения сопоставимости дифференциальных оценок отдельных свойств предпочтительно использовать относительные величины [2, 3]. Например:

$$q_j = \frac{P_j}{P_{j\bar{0}}} \quad (1)$$

или

$$q_j = \frac{P_{j\bar{0}}}{P_j}, \quad (2)$$

где  $P_j$  и  $P_{j\bar{0}}$  – фактическое и базовое значения показателя качества.

Более содержательными являются относительные оценки, которые зависят не только от абсолютного значения показателя, но и от величины, характеризующей интервал изменения этого показателя от наименьшего возможного значения  $P_{j\min}$  до наибольшего  $P_{j\max}$ . Например [1, 2]:

$$q_j = 1 - \frac{|P_{j\bar{0}} - P_j|}{P_{j\max} - P_{j\min}} \quad (3)$$

или

$$q_j = 1 - \frac{(P_{j\bar{0}} - P_j)^2}{(P_{j\max} - P_{j\min})^2}, \quad (4)$$

где  $P_{j\bar{0}}$  – базовое значение анализируемого показателя.

Указанный подход к расчету дифференциальных оценок обладает некоторыми недостатками. Например, нет единообразия в трактовке понятия «Базовое значение показателя». Если требования к анализируемому показателю качества установлены в виде одностороннего ограничения, то не очевидно, каким следует принимать другое возможное значение. При использовании зависимостей типа (1) и (2) придется выбирать ту из них, которая соответствует увеличению дифференциальной оценки при уменьшении единичного показателя в сторону улучшения качества.

Журнал "Сталь" в 1976–1978 гг. провел дискуссию по оценке качества металлопродукции, итоги которой позволили В.Т. Жадану и В.А. Маневичу указать на следующие общие моменты в различных точках зрения на подход к решению данной проблемы [4]:

- для каждого уровня управления качеством следует выработать свои критерии;
- базовыми требованиями к качеству для сравнения должны быть требования, изложенные в стандартах;
- оценка качества должна иметь конкретное численное значение, отражающее состояние объекта управления;
- в основе определения значений оценок качества должен лежать статистический подход.