

УДК 621.771

Кривцова О. Н.
Талмазан В. А.
Гиль Н. М.
Ильин А.
Нурдаулетова М.

КВАЛИМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖЕСТИ

АО «АрселорМиттал Темиртау» – один из крупнейших производителей белой (луженой) и черной жести. Обеспечение высокого качества этой жести – важнейшая задача производителя. При этом, прежде всего, требуется объективная оценка качества жести.

Качество черной и белой жести, произведенной в условиях АО «АрселорМиттал Темиртау», регламентируется соответствующими стандартами и характеризуется рядом единичных показателей: содержанием химических элементов, механическими свойствами. Механическими свойствами черной и белой жести однократной прокатки, ее пригодность в соответствии с ГОСТ, являются твердость, измеренная по Супер-Роквеллу и глубина лунки по Эриксону.

Целью данной работы является оценка качества черной жести путем проведения статистического исследования содержания химических элементов и механических свойств.

В основу квалиметрического подхода к определению качества черной жести положили принцип рассмотрения качества продукции как некоторой иерархической совокупности свойств, которые представляют интерес для потребителей. Приняли, что качество, как некоторое наиболее обобщенное комплексное свойство продукции, рассматривается на самом низком, нулевом уровне иерархической совокупности свойств, а составляющие его, менее обобщенные свойства, – на более высоком [1].

В табл. 1 представлена иерархическая совокупность свойств рассматриваемых свойств жести, где i – номер уровня иерархии, j – номер свойства на данном уровне.

Таблица 1

Иерархическая совокупность свойств черной жести

$i = 0$	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$
Качество жести в целом	Качество металла	Колеблемость химического состава в готовом прокате	Углерод, %
			Марганец, %
			Кремний, %
			Фосфор, %
			Сера, %
			Хром, %
			Никель, %
			Медь, %
			Азот, %
		Алюминий, %	
Механические свойства	Твердость, HR 30TA		
	Глубина сферической лунки, мм		

В квалиметрии используют понятия дифференциальной и комплексной оценок показателя качества. Приемлемой дифференциальной оценкой качества металлопродукции является вероятность удовлетворения требований стандарта. Такая оценка используется для случая нормального распределения показателей [2].

Для определения дифференциальной оценки необходимо определить среднее значение и среднее квадратическое отклонение [2]:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \quad (1)$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (2)$$

где x_i – элемент выборки;

n – объем выборки.

Объем необходимой выборки определили по формуле:

$$N = e + f \cdot v, \quad (3)$$

где v – коэффициент вариации;

e и f – коэффициенты [1].

Для случая нормального распределения оцениваемой выборки жести дифференциальную оценку качества p определяли по формуле [3]:

$$p = \Phi\left(\frac{K^B - \bar{X}}{S}\right) - \Phi\left(\frac{K^H - \bar{X}}{S}\right), \quad (4)$$

где Φ – функция Лапласа [2],

K^B – правосторонняя граница величины показателя качества;

K^H – левосторонняя граница величины показателя качества.

При двусторонних границах K^H и K^B всегда положительные числа. При односторонней границе с ограничением слева $K^H > 0$; $K^B = \infty$.

Комплексную оценку P_0 качества определили на нулевом уровне:

$$P_0 = \prod_{i=1}^m \prod_{j=1}^n p_{ij}, \quad (5)$$

где m – число уровней подчиненности ($0 \leq i \leq m$);

n – число показателей качества ($1 \leq j \leq n$).

Использование комплексных показателей качества создает возможность для «прикрытия» низкого уровня одних свойств, более высоким уровнем других [3].

Таким образом, «перекрытие» одних свойств, другими, в подавляющем числе случаев возможно, но только в определенных пределах. Иначе говоря, нужно обеспечить, чтобы комплексный показатель падал до нуля в тех случаях, когда одно из главнейших свойств качества выходит за допустимые пределы. Существует целый ряд возможных решений этой проблемы, в частности, использование «коэффициента вето» [3].

Для определения величины «коэффициента вето» приняты обозначения:

R – количество металла со значением данного показателя за пределами требований стандарта;

$[R]$ – предельно допустимое значение R .

В случае двусторонних границ:

$$\omega_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } R_{ijH} \leq [R]_{ijH} \text{ и } R_{ijB} \leq [R]_{ijB}; \\ 0, & \text{если } R_{ijH} > [R]_{ijH} \text{ и } R_{ijB} > [R]_{ijB}. \end{cases} \quad (6)$$

Тогда:

$$P_0 = \prod_{i=1}^m \prod_{j=1}^n (p_{ij} \cdot \omega_{ij}). \quad (7)$$

Из условия $p + R_H + R_B = 1$ для случая односторонней границы коэффициент вето w_{ij} (6) может быть вычислен по зависимости:

$$w_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } p_{ij} \geq (1 - [R]_{ij}); \\ 0, & \text{если } p_{ij} < (1 - [R]_{ii}), \end{cases} \quad (8)$$

где p_{ij} – оценка измеренного значения показателя качества.

Исследованию подвергли более 70 рулонов жести, прокатной на шестиклетьевом стане 1400 из горячекатаного подката непрерывнолитой стали марки 08кп, толщинами 0,19–0,23 мм, 0,25–0,26 мм и 0,28–0,32 мм.

Требования к качеству черной жести установлены в технических условиях ГОСТ Р 52204-2004. Свойства жести объединили в иерархическую совокупность, приведенную в табл. 2.

Таблица 2

Иерархическая совокупность свойств черной жести (i – уровни)

$i = 0$	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$
q_0	$q_{1.1}$	$q_{2.1}$	$q_{3.1}$
			$q_{3.2}$
			$q_{3.3}$
			$q_{3.4}$
			$q_{3.5}$
			$q_{3.6}$
			$q_{3.7}$
			$q_{3.8}$
			$q_{3.9}$
			$q_{3.10}$
		$q_{2.2}$	$q_{3.11}$
			$q_{3.12}$

Индексация в табл. 2:

0 – качество в целом;

1.1 – качество металла;

2.1 – химический состав жести;

2.2 – механические свойства жести;

3.1 – 3.10 – содержание в жести, соответственно в %, углерода, марганца, кремния, фосфора, серы, хрома, никеля, меди, азота, алюминия;

3.11 – механическое свойство, определяемое при испытаниях на твердость;

3.12 – степень вытяжки – глубина сферической лунки, мм.

Иерархическая совокупность свойства (табл. 2) составлена с учетом всех требований, предъявляемых к черной жести из стали 08кп.

Требования к показателям качества черной жести стали марки 08кп приведены ниже (ГОСТ Р 52204-2004):

Углерод, % не более 0,06.

Марганец, %..... 0,20–0,35.

Кремний, % не более 0,020.

Фосфор, %..... не более 0,015.

Сера, % не более 0,022.

Хром, %..... не более 0,06.

Никель, % не более 0,06.

Медь, %..... не более 0,10.

Азот, % не более 0,008.

Алюминий, %..... 0,02–0,07.

Твердость, ед HR 30TA..... ГОСТ Р 52204-2004.

Глубина сферической лунки, мм.... ГОСТ Р 52204-2004.

Таким образом, выражение (5) для комплексной оценки качества в данном конкретном случае принимает вид:

$$P_0 = \prod_{i=1}^1 \prod_{j=1}^{12} (p_{ij} \cdot \omega_{ij}).$$

Следующим этапом оценки качества черной жести различных толщин явилось определение по каждому показателю качества дифференциальной оценки q_{ij} .

Расчетные значения комплексных и единичных показателей качества жести, толщиной 0,25–0,26 мм, полученные с учетом «коэффициента вето», показаны в табл. 3.

Таблица 3

Индексы показателей, значения дифференциальных и комплексных оценок для жести, толщиной 0,25–0,26 мм

$i = 0$	$i = 1$	$i = 2$	$i = 3$
0,8089	0,8089	0,990	0,999
			0,999
			0,999
			0,999
			0,999
			0,999
			0,999
			0,999
			0,999
			0,999
			0,999
			0,8171
			0,9223

Комплексные оценки качества жести с толщинами 0,19–0,23 мм, 0,25–0,26 мм и 0,28–0,32 мм составляют соответственно 0,3904, 0,8089 и 0,4735.

Из сравнения комплексных оценок качества жести по шкале желательности [1] следует, что жесь толщиной 0,25–0,26 мм имеет очень хорошее качество, то есть эталон, а качество жести с толщинами 0,28–0,32 мм и 0,19–0,23 мм – удовлетворительное.

Усредненная по всем толщинам комплексная оценка качества жести, составляет 0,736, что по безразмерной шкале желательности соответствует уровню «высший сорт».

ВЫВОДЫ

Выбрана методика комплексной оценки качества черной жести. Составлена иерархическая совокупность свойств готовой жести. Определены дифференциальные и комплексные оценки. Произведена оценка жести, прокатанной в условиях АО «АрселорМиттал Темиртау».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Найзабеков А. Б. *Квалиметрия в обработке металлов давлением : учеб. пособ.* / А. Б. Найзабеков, В. А. Талмазан, Н. Ю. Шмидт. – Алматы : РИК по УМЛ, 2002. – 142 с.
2. Львовский Е. Н. *Статистические методы построения эмпирических формул : учеб. пособ.* / Е. Н. Львовский. – М. : Высшая школа, 1988. – 239 с.
3. Жадан В. Т. *Совершенствование технологии прокатки на основе комплексных критериев качества* / В. Т. Жадан, В. А. Маневич. – М. : Металлургия, 1989. – 96 с.

Кривцова О. Н. – канд. техн. наук, ст. преп. КГИУ;
Талмазан В. А. – канд. техн. наук, доц. КГИУ;
Гиль Н. М. – вед. инж. ЦЗЛ АО «АМТ»;
Ильин А. А. – магистр КГИУ;
Нурдаулетова М. – магистр КГИУ.

КГИУ – Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Темиртау, Республика Казахстан.

АО «АМТ» – Акционерное общество «Арселор Миттал Темиртау», г. Темиртау, Республика Казахстан.

E-mail: KRIVCOVA60@mail.ru

Статья поступила в редакцию 04.03.2013 г.