

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.

Указанные аспекты полностью реализованы в виде индексов (показателей возможностей) процессов, расчет и применение которых предусматривается методологией SPC (Statistical Process Control – статистическое управление

процессами [5–6]), являющейся неотъемлемой частью систем менеджмента качества, разработанных по модели стандартов ИСО 9000. Индексы отображают соотношение между характеристиками фактического и допустимого разброса значений показателя качества [5, 7–8]. Тем самым они удовлетворяют указанным выше наиболее важным условиям построения дифференциальных оценок – это относительные величины, которые учитывают изменчивость показателя качества в границах некоторых интервалов.

В SPC рассматриваются два случая фактической изменчивости и соответственно две группы индексов. Для первого характерно, что фактическая вариация показателя вызвана только случайными возмущениями (обычными причинами), а особые причины отклонений (такие как несоблюдение технологических режимов, использование несоответствующего сырья и материалов, несвоевременная смена инструментов и т. д.) отсутствуют. Изменчивость, вызванная только обычными причинами, называется собственной изменчивостью процесса. По смыслу собственная изменчивость является проявлением воспроизводимости процесса, т. е. его возможности обеспечивать заданную результативность в течение длительного времени.

Во втором случае вариация качества связывается с действием как обычных, так и особых причин. Такая изменчивость называется полной изменчивостью процесса и по смыслу является проявлением пригодности процесса для получения заданного качества [5–6]. По нашему мнению, для квалиметрического оценивания наиболее подходят именно индексы пригодности, в которых учтена фактическая изменчивость показателей качества в связи и с обычными, и с особыми причинами.

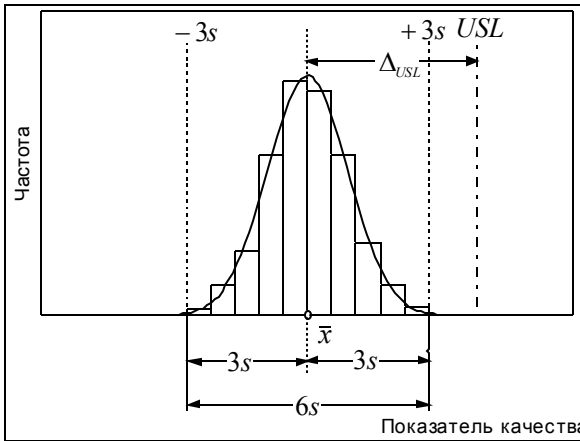
Еще одним важным преимуществом индексов как показателей возможностей процессов является четкая общепризнанная система трактовки их значений (табл. 1).

Исходя из изложенного, а также, допуская, что фактическая изменчивость показателя качества подчиняется нормальному закону распределения вероятности, будем использовать следующие дифференциальные оценки:

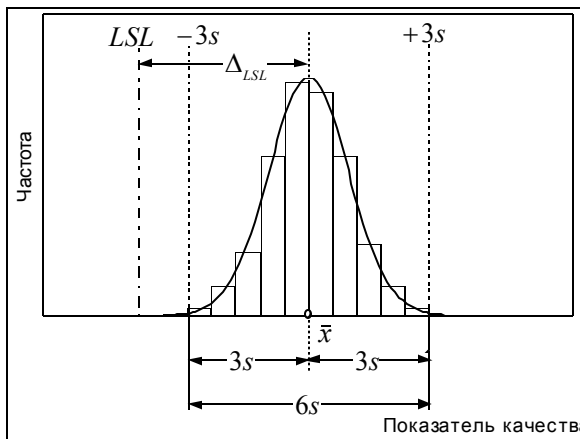
в случае регламентации качества только наибольшим допустимым значением (верхняя оценка соответствия, рис. 1, а)

$$q_{PU} = \frac{\Delta_{USL}}{3s}; \tag{5}$$

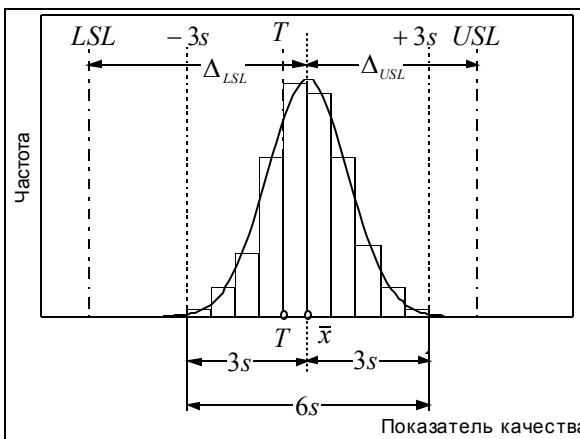
в случае регламентации качества только наи-



а



б



в

Рис. 1. Некоторые случаи соотношения фактической вариации показателя качества с допустимой: LSL , USL и T – нижняя и верхняя границы, а также середина нормативного интервала варьирования

меньшим допустимым значением (нижняя оценка соответствия, **рис. 1, б**)

$$q_{PL} = \frac{\Delta_{LSL}}{3s}; \tag{6}$$

в случае регламентации качества наибольшим и наименьшим допустимыми значениями (оценка соответствия с учетом положения среднего, **рис. 1, в**)

$$q_{pk} = \min(q_{PU}; q_{PL}). \tag{7}$$

В (5)–(6) $\Delta_{USL} = USL - \bar{x}$ и $\Delta_{LSL} = \bar{x} - LSL$ представляют собой фактические допустимые интервалы варьирования показателя качества, а $3s$ – доля его фактической изменчивости, приходящаяся на допустимый интервал. В качестве точечной характеристики фактической изменчивости и соответствующего ей центра рассеяния принимаем стандартное отклонение и выборочное среднее:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}; \tag{8}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i. \tag{9}$$

В качестве примера использования предлагаемого подхода приведем некоторые результаты оценивания качества горячекатаной стали текущего производства на соответствие требованиям ГОСТ 16523 к механическим свойствам холоднокатаного проката. В **табл. 2** приведены результаты расчетов дифференциальных оценок временного сопротивления и остаточного удлинения полос толщиной 2 мм из стали 08пс, прокатанных на широкополосном стане горячей прокатки, в сравнении с нормами, установленными по отношению к холоднокатаному прокату групп прочности К270В и ОК300В. Фактическая вариация анализируемых показателей в сравнении с допустимой иллюстрируется графиками на **рис. 2**.

Если анализ соответствия механических свойств производить сравнением средних выборочных значений с границами нормативных интервалов варьирования, оцениваемые горячекатаные полосы можно признать пригодными для замещения холоднокатаной листовой стали как группы прочности ОК300В, так и группы К270В. Однако из сравнения фактической вариации временного сопротивления с допустимой для группы К270В (**рис. 2, а**) видно, что центр вариации смещен к верхней границе допуска, а разброс показателя превышает допустимую величину. В резуль-

тате при отличной нижней оценке соответствия верхней, а также итоговая дифференциальная оценки временного сопротивления являются неудовлетворительными.

При сравнении фактической изменчивости свойств горячекатаных полос с требованиями, установленными для группы прочности ОК300В, видно, что центр вариации временного сопротивления практически совпадает со серединой нормативного интервала варьирования, а разброс существенно меньше, чем величина нормативного интервала. Поэтому в этом случае наблюдаются отличные дифференциальные оценки механических свойств, что свидетельствует о возможности применения металла данных партий для поставок взамен холоднокатаного.

Разработаны дифференциальные оценки единичных показателей качества, унифицированные по структуре с индексами возможности и стабильности процессов, которые применяются в рамках методологии SPC, обязательной к использованию

Таблица 1

Оценки результативности процесса при различных значениях индексов воспроизводимости

Значение индекса	Уровень несоответствий продукции (не более)		Результативность процесса
	Процент несоответствующих единиц, %	Число несоответствий на миллион единиц продукции, ppm	
Более 1,67	10 ⁻⁴	4	Отличная
1,33–1,67	0,0066	66	Хорошая
1,00–1,33	0,27	2700	Удовлетворительная

Таблица 2

Дифференциальные оценки соответствия механических свойств горячекатаных полос толщиной 2 мм из стали 08пс требованиям ГОСТ 16523-97 к холоднокатаному прокату

Показатели качества	Допустимая вариация		Фактическая изменчивость		Дифференциальные оценки		
	LSL	USL	\bar{x}	s	q_{PL}	q_{PU}	q_{pk}
Группа прочности К270В							
σ_b , МПа	270	410	383,8	9,865	3,85	0,89	0,89
δ , %	25	–	34,38	1,31	2,39	–	–
Группа прочности ОК300В							
σ_b , МПа	300	480	383,8	9,86	2,83	3,25	2,83
δ , %	25	–	34,38	1,31	2,39	–	–

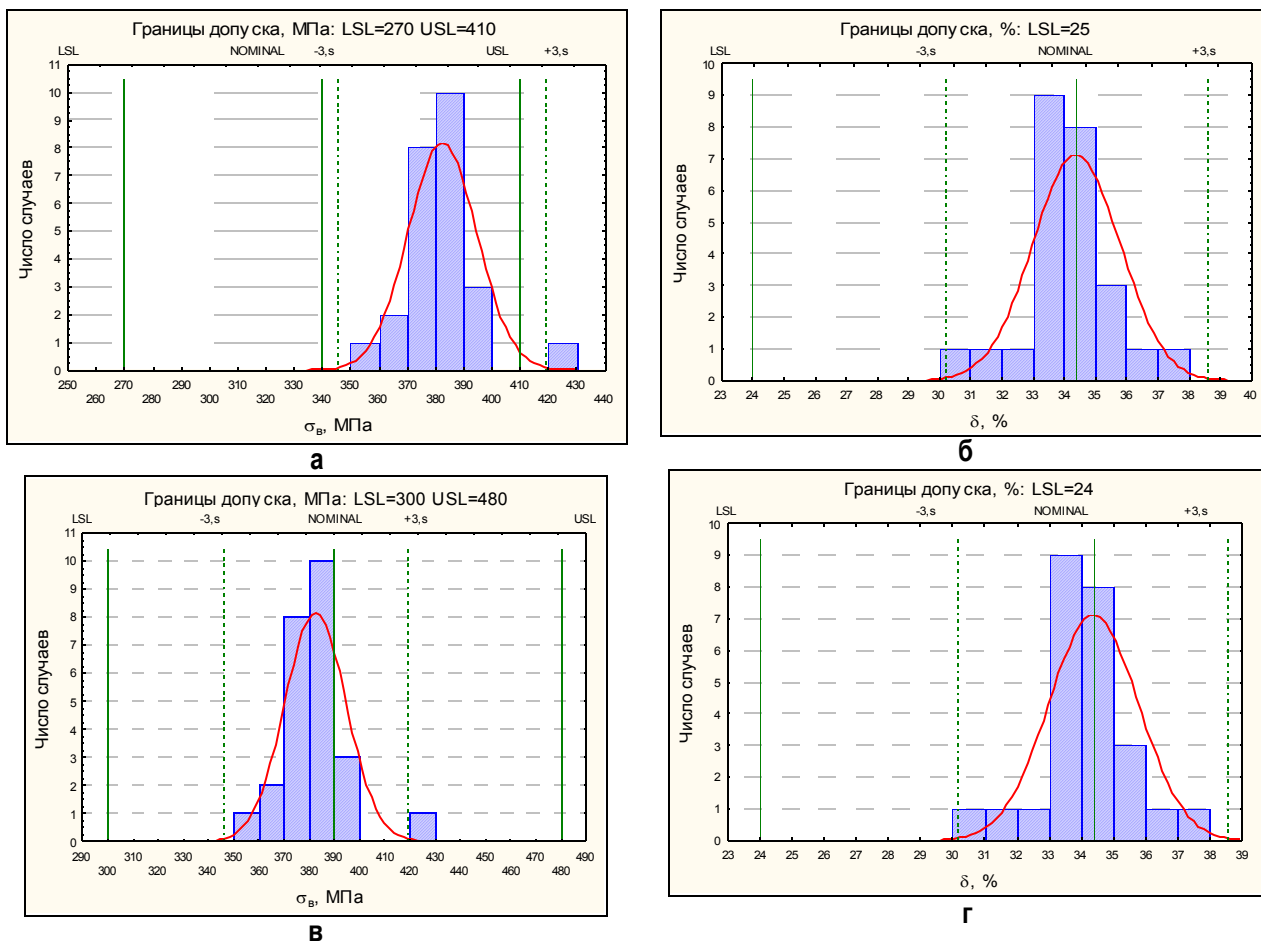


Рис. 2. Вариация механических свойств горячекатаных полос толщиной 2,0 мм из стали 08пс в сравнении с нормами групп прочности К270В (а, б) и ОК300В (в, г), установленными ГОСТ16523 по отношению к холоднокатаному прокату

в системах качества, построенных по модели ИСО 9000. Подобная унификация позволяет преодолеть субъективизм в трактовке некоторых понятий (например – «Базовое значение показателя качества»), при выборе формул для расчета

дифференциальных оценок а также трактовке их значений и тем самым повысить объективность и достоверность квалиметрического оценивания качества проката.

Библиографический список

1. Рашников В.Ф., Салганик В.М., Шемшурова Н.Г. Квалиметрия и управление качеством продукции: Учеб. пособие. Магнитогорск: МГТУ, 2000. 184 с.
2. Гун Г.С. Управление качеством высокоточных профилей. М.: Металлургия, 1984. 152 с.
3. Калейчик М.М. Квалиметрия: Учеб. пособие. М.: МГИУ, 2004. 200 с.
4. Жадан В.Т., Маневич В.А. Совершенствование технологии прокатки на основе комплексных критериев качества. М.: Металлургия, 1989. 96 с.
5. Статистическое управление процессами. SPC: Пер. с англ. Н. Новгород: ООО СМЦ «Приоритет», 2004. 181 с.
6. ГОСТ Р 50779.11-2000. Статистические методы. Статистическое управление качеством. Термины и определения. М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. 36 с.
7. Саката Сиро. Практическое производство по управлению качеством. М.: Машиностроение, 1980. 215 с.
8. Адлер Ю.П., Полховская Т.М., Нестеренко П.А. Управление качеством. Ч. 1. Семь простых методов: Учеб. пособие. М.: МИСиС, 1999. 163 с.