

УДК 621.774.352

**А. В. Владимиров\*, Г. А. Орлов**

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

\*vladimirovalexey@mail.ru

Научный руководитель — проф., д-р техн. наук Г. А. Орлов

## КВАЛИМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МУФТОВОЙ ЗАГОТОВКИ ДЛЯ ТРУБ НЕФТЯНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В докладе развивается подход к оценке качества продукции с использованием комплексных показателей качества. Рассмотрен расчет комплексных показателей качества горячекатаной муфтовой заготовки для насосно-компрессорных труб. Проведено сравнение средневзвешенных арифметических и геометрических комплексных показателей. На основе полученных данных выявлены резервы повышения качества муфтовой заготовки для насосно-компрессорных труб.

*Ключевые слова:* насосно-компрессорные трубы, трубопрокатный агрегат, муфтовая заготовка, комплексная оценка качества, показатели качества

**A. V. Vladimirov, G. A. Orlov**

## COUPLING BILLET QUALITY ASSESSMENT FOR TUBING

The article develops an approach to assessing product quality using integrated quality indicators. The calculation of complex quality indicators of a hot-rolled coupling billet for tubing is considered. A comparison of the weighted arithmetic and geometric complex indicators. Based on the data obtained, reserves for improving the quality of the coupling billet for tubing have been identified.

*Key words:* tubing, pipe rolling unit, coupling billet, comprehensive quality assessment, quality indicators

**В** современном мире получил значительное развитие комплексный подход к оценке качества металлопродукции, основанный на принципах относительно новой науки — квалиметрии [1].

В качестве объекта исследования выбрали муфтовую заготовку для насосно-компрессорных труб наружным диаметром 108 мм и толщи-

ной стенки 19,5 мм; марка стали — 32ХГА; группа прочности L80, тип 1. Нормативная документация: API Spec 5CT (Обсадные и насосно-компрессорные трубы. Технические условия), где содержатся требования по механическим свойствам, качеству поверхности, химическому составу; технологический регламент (особенности производства обсадных и насосно-компрессорных труб с новыми видами резьбовых соединений) TP 161-0-1486–2019, где изложены требования к точности труб.

Далее в соответствии с методологией комплексной оценки качества [2–4], определили 18 единичных показателей качества.

Для выбранных единичных показателей качества определили эталонные  $x_э$  и браковочные  $x_{бр}$  значения свойств в натуральном выражении по рекомендациям [5].

Нормирование показателей качества проводится по следующим формулам:

$$\text{при } x_э > x_{бр} \text{ имеем } k = \frac{x - x_{бр}}{x_э - x_{бр}}, \quad (1)$$

если увеличение значения свойства приводит к повышению качества.

Можно принять  $x_э = 0$  и формулу (1) использовать в виде:

$$k = 1 - \frac{x}{x_{бр}}. \quad (2)$$

Если увеличение значения свойства приводит к понижению качества,  $x_э < x_{бр}$ :

$$k = \frac{x_{бр} - x}{x_{бр} - x_э}. \quad (3)$$

Формула (3) дает те же предельные условия, что и формула (1).

Например, временное сопротивление трубных заготовок для муфт группы прочности L80 тип 1 в соответствии с API 5 CT должно быть не менее 655,0 МПа. Браковочное значение выбираем 650 МПа, а эталонное значение принимаем 800 МПа, учитывая что механические свойства определяются с точностью до 5 ед. Для нормирования применяем формулу (1).

Точность наружного диаметра Р 161–0–1486–2019 оценивается предельными отклонениями, которые для наружного диаметра 108 мм должны составлять +1,0/–0,0%. Нормированное значение вычисляем по формуле (2).

Нормирование содержания вредных примесей выполним по формуле (3). Например, содержание серы в соответствии с API 5 СТ должно быть не более 0,015 %. Браковочное значение принимаем 0,02 %, эталонное — 0,0 %.

Далее определили коэффициенты значимости единичных свойств экспертным методом. Затем рассчитали комплексный показатель качества продукции  $K_0$ , приведенных в табл.

Таблица

Значения единичных свойств для вычисления комплексного показателя качества муфтовой заготовки для насосно-компрессорных труб

№	Свойство	$X$	$k_i$	$a_i$
1	Наружный диаметр, мм	108,5	0,616	0,052
2	Стенка, мм	20,0	0,79	0,052
3	Овальность, мм	0,3	0,8	0,048
4	Точность мерной длины 9,6 м, мм	0,0	1,0	0,048
5	Кривизна, мм	10,0	0,5	0,048
6	Временное сопротивление, МПа	769,0	0,304	0,072
7	Предел текучести, МПа	619,0	0,672	0,067
8	Относительное удлинение, %	26,0	0,8	0,067
9	Прокаливаемость материала, мм	50,4	0,69	0,072
10	Значение твердости, HRC	21,3	0,53	0,061
11	Содержание серы, %	0,0029	0,855	0,065
12	Содержание фосфора, %	0,010	0,5	0,066
13	Содержание кремния, %	0,28	0,66	0,051
14	Содержание оксидов, %	2,5	0,75	0,063
15	Содержание сульфидов, %	1,78	0,72	0,068
16	Глубина поверхностных дефектов, % от диаметра	1,0	0,545	0,046
17	Коэффициент использования металла	0,75	0,625	0,049

Оценку полученных значений сделали по шкале Харрингтона: диапазон значений 0,64...0,8 соответствует хорошему качеству [6].

Таким образом, на основе квалиметрической оценки удалось выявить резервы повышения качества муфтовой заготовки для насосно-компрессорных труб, такие как: точность наружного диаметра труб, кривизна труб, глубина поверхностных дефектов на наружной поверхности труб.

### **Литература**

1. Азгальдов Г. Г., Костин А. В., Садовов В. В. Квалиметрия для всех : учеб. пособие. М. : ИД ИнформЗнание, 2012. 165 с.
2. Гун Г. С. Управление качеством высокоточных профилей. М. : Металлургия, 1984. 152 с.
3. Орлов Г. А., Орлов А. Г. Комплексная оценка качества стального проката // Производство проката. 2018. № 4. С. 3–8.
4. Орлов Г. А., Логинов Ю. Н., Орлов А. Г. Комплексная оценка качества горячекатаных стальных труб // Черные металлы. 2018. № 4. С. 41–45.
5. Орлов Г. А., Горбунова Ю. Д. Разработка методики комплексной оценки качества горячештампованных эллиптических днищ // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2018. № 12. С. 97–102.
6. Новик Ф. С., Арсов Я. Б. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. М. : Машиностроение., 1980. 304 с.