УДК **621.771.23**

МЕТОД ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО УЧЁТА УДЕЛЬНОГО РАСХОДА ВАЛКОВ ТОНКОЛИСТОВЫХ СТАНОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ НАГРУЖЕНИЯ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Жильцов А.П., Ахтырцев С.А.

ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет», Липецк, e-mail: kaf-mo@stu.lipetsk.ru

В статье рассмотрены факторы, определяющие уровень расхода активного слоя валков прокатных станов. Проведён анализ различных методов оценки удельного расхода валков. Показана необходимость учёта уровня нагружения и длительности эксплуатации валков при оценке их удельного расхода. Показано, что изменение уровня нагружения валка связано с последовательной его эксплуатацией в различных клетях непрерывной группы стана. Проведён анализ уровня нагружения валков при их эксплуатации в клетях непрерывного стана горячей прокатки, оценено влияние уровня нагружения на показатели расхода активного слоя, предложен метод учёта удельного расхода валков с дифференциацией по рабочим слоям и клетям. Метод дифференцированного учёта удельного расхода валков применим для различных типов станов горячей и холодной прокатки, для взаимозаменяемых валков нескольких станов.

Ключевые слова: тонколистовой стан, прокатный валок, уровень нагружения, клеть, удельный расход

THE METHOD OF DIFFERENTIAL ACCOUNTING OF SPECIFIC CONSUMPTION OF ROLLS OF THIN-SHEET MILL DEPENDING ON THE LEVEL OF LOADING, AND THE DURATION OF THE OPERATION

Zhiltsov A.P., Akhtyrtsev S.A.

Lipetsk State Technical University, Lipetsk, e-mail: kaf-mo@stu.lipetsk.ru

The article considers the factors that determine the level of consumption of the active layer rolls of rolling mills. The analysis of the different methods of evaluation of specific consumption of rolls. The necessity of accounting the level of loading, and the duration of operation of the rolls in the assessment of their specific consumption. It is shown that the change in the level of loading of the roll is connected with the consistent of its exploitation in the various stands of continuous groups of the camp. The analysis of the level of loading of rolls with their exploitation in the stands of continuous hot strip mill, the estimated effect of the level of loading on the consumption values of the active layer, a method of accounting for specific consumption of roll with the differentiation of working layers and the stands. The method of differential accounting of specific consumption of roll is suitable for various types of hot and cold rolling mills, to interchangeable rolls several of the camps.

Keywords: thin-gage mill, roll, the level of loading, the crate, specific consumption

Листопрокатные валки относят к классу ремонтируемых изделий с ограниченной продолжительностью эксплуатации до достижения предельного состояния, определяемого глубиной активного слоя, с циклически регулярным режимом использования, доминирующим фактором при оценке последствия отказов является факт вынужденного простоя стана. Но при этом валки являются достаточно дорогостоящим инструментом с существующей долей их стоимости в балансе себестоимости выпускаемой продукции.

Расход активного слоя, степень интенсивности этого расхода определяют эффективность эксплуатации валков. Расход активного слоя валков и их ресурс (стойкость) в существенной мере связаны с последствиями постепенных, комбинированных и окончательных отказов валков, характеризуемых появлением, во время эксплуатации на бочке валка дефектов в виде износа, вмятин, трещин, выкрошек, отслоений, не приводящих к окончательному отказу и устраняемых перешлифовками либо переточками, а также в виде сколов, поломок и др., являющихся, как правило, окончательными отказами, приводящими к выводу валка из эксплуатации и списанию.

Одним из количественных показателей, отражающим технико-экономическое содержание ресурса (стойкости) и расхода валков является фактический удельный расходный коэффициент.

Надёжный и качественный подход к определению фактического удельного расхода валков должен обеспечить возможность объективной и достаточно полной оценки эксплуатационных свойств и технологических условий работы валков в различных клетях стана, а также возможность получения максимального объёма информации о работоспособности валков и их техническом ресурсе.

В практике листопрокатного производства расходные коэффициенты валков

определяют как средние по стану, исходя из веса валков, физически или условно вышедших из строя, и количества прокатанного металла за определённый период времени .

При этом технологический удельный расход прокатных валков за отчетный период R, кг/т, рассчитывают по формуле:

$$R = \frac{0,5 \cdot (K_1 + K_2) \cdot B}{\Pi_2}, \qquad (1)$$

где K_1 – количество списанных прокатных валков за отчетный период, шт.; K_2 – количество введенных в работу прокатных валков за отчетный период, шт.; B – масса одного прокатного валка в соответствии с чертежом, кг; Π_2 – производство годной продукции за отчетный период, т;

Поскольку прокатные валки имеют продолжительный срок службы, расход валков за отчетный период принимают равным полусумме количества прокатных валков списанных и введенных в работу.

Однако средние расходные коэффициенты валков по стану не позволяют анализировать их ремонтопригодность и эффективность на отдельных стадиях эксплуатации и в различных режимах, для чего требуется определять расходные коэффициенты валков по наработкам на отказ для каждой клети стана и конкретному виду сортамента проката, с учётом состояния валка по степени отработки активного слоя. В связи с этим необходим дифференцированный подход к расчёту удельных расходных коэффициентов прокатных валков по клетям непрерывной группы стана. Это обусловлено различным по клетям уровнем нагружения валков по величине усилия прокатки и числу циклов нагружения при эксплуатации в течение межперевалочной кампании.

Также необходимо отметить, что эксплуатационные свойства активного слоя валков различны по его глубине, что связано со снижением твёрдости и увеличением интенсивности накопления повреждений по мере расхода активного слоя, который рассматривается как последовательность отработки нескольких рабочих слоёв с постепенным накоплением повреждений, устраняемых при перешлифовках или переточках [1, 2]. Следовательно, при различии уровня нагружения валков по клетям, величин циклической долговечности и снижении твёрдости по глубине активного слоя следует ожидать изменения и коэффициента удельного расхода по клетям.

При разработке дифференцированного метода расчёта расходных коэффициентов в качестве основных исходных показателей были приняты количество прокатанного металла за отчётный период и расход активного слоя для партии M однородных валков после отработки из N клетей.

При этом расходный коэффициент партии M однородных валков, работавших на j-м слое в i-й клети определён в виде:

$$k_{ij} = \frac{2G}{\Delta D_0} \frac{\sum_{m=1}^{M} \Delta D_{mj}}{\sum_{m=1}^{M} Q_{mj}}, \qquad (2)$$

где 2 – число рабочих валков в установке в клети; G – масса валка по паспорту, кг; ΔD_0 – нормированная глубина активного слоя валка, мм; $\sum_{m=1}^{M} \Delta D_m$ – суммарный расход активного слоя M валков в i-й клети, мм, за отчётный период при отработке на j-м слое; $\sum_{m=1}^{M} Q_m$ – суммарная наработка M валков в i-й клети, т.е. количество прокатанного металла в тоннах за отчётный период.

Общий расходный коэффициент k_p для M однородных валков после обработки на j-м слое в N клетях за отчётный период (3) определяется как сумма частных расходных коэффициентов k_{ij} по клетям, вычисленных по формуле (2):

$$k_p = \sum_{i=1}^{N} k_i = \frac{2G}{\Delta D_0} \cdot \sum_{i=1}^{N} \left(\frac{\sum_{m=1}^{M} \Delta D_{mj}}{\sum_{m=1}^{M} Q_{mj}} \right)_i . \qquad (3)$$

В отношении автоматизации расчётов и получения максимума информации наиболее удобной является матричная форма записи показателей с последующим суммированием по строкам и столбцам.

Предлагаемая форма (таблица) составляется за отчётный период отдельно для однородных групп валков.

Форма, изображённая в таблице, составлена в применении валкам непрерывного стана в виде матрицы из 13 столбцов и $n+2$ строк. Для столбцов $3 \div 9$ в каждой строке от I до n в числителе заносится количество перешлифовок, расход активного слоя в мм, номер рабочего слоя, в знаменателе – количество прокатанного метал-

ла в тоннах для m-го валка в i-той клети. В строке (n+1) – суммы выше перечисленных показателей для М валков после отработки в соответствующих клетях от 1 до N. В строке (n+2) – частные расходные коэффициенты М валков для каждой из N клетей стана в кг/т, вычисленные по формуле (2).

В каждой строке (от I до n) столбцов 10-13 заносятся значения диаметров начального и конечного в мм на начало и окончание расчётного периода, в числителе – расход активного слоя ΔD_m, как разность диаметров, в знаменателе – суммарная наработка для m-го валка после отработки в N клетях в тоннах проката, состояние валка на окончание отчётного периода (в работе «р», к списанию – «с»).

В зоне пересечения строки (n+2) и столбцов 10-13 заносится суммарный расходный коэффициент партии однородных валков за отчётный период, как сумма частных расходных коэффициентов по клетям.

Таблица

Матрица для расчёта расходных коэффициентов партии однородных валков

№ строки, n	№ валка, m	$\Delta D_{ij} / Q_{ij}$							Состояние валка			
		№ клети							Диаметр начальный, $D_{jн}$, мм	Диаметр конечный (промежуточный) $D_{jк}$, мм	$\frac{\Delta D_m, мм}{\sum_{i=1}^{N} Q_i, т, тн}$	Состояние валка на конец месяца (в работе, к списанию)
		I	II	III	IV	i	N–1	N				
№ столбца												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1											
2	2											
n–1	m–1											
n	m											
n+1	$\sum_{i=1}^{N} \Delta D_{ij} \Big/ \sum_{i=1}^{N} Q_i$								$k_p = \sum k_{ij}$			
n+2	$k_{ij} = 2G \frac{\sum_{i=1}^{N} \Delta D_{ij}}{\sum_{i=1}^{N} Q_{ij}}$											

Предложенная методика учитывает изменение уровня нагружения валков, который характеризуется порядком отработки в различных клетях стана в соответствии с установленным маршрутом, позволяет оценить влияние расхода активного слоя валков через частные расходные коэффициенты на их эксплуатационные показатели.

Методика может быть рекомендована для расчёта исходных коэффициентов рабочих и опорных валков непрерывных групп клетей и станов горячей и холодной прокатки, а также взаимозаменяемых валков нескольких станов.

Список литературы

1. Боровик Л.И., Жильцов А.П. Расчётный метод определения ресурса по контактной усталости опорных валков листовых станов // Опыт работы по снижению металлоёмкости и повышению ресурса металлургических машин. Сб. статей (Под ред. Коновалова Л.В.). – 1989. – М. – № 8.

2. Жильцов А.П., Ахтырцев С.А., Бучакчийский А.В. Исследование характера изменения твёрдости бочек опорных валков тонколистового стана // Успехи современного естествознания. – 2012. – М. – №8. – С. 135-135.