

А. Б. СТЕБЛОВ, В. И. ТИМОШПОЛЬСКИЙ,  
В. В., ФИЛИППОВ, В. А. ТИЩЕНКО,  
Э. А. СТЕБЛОВА, БГА, РУП "БМЗ"

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ СТАНА БЕЛОРУССКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА

УДК 621.778.078

В технической литературе данные по стойкости прокатных валков и износу калибров приводятся крайне редко. Известно, что на износ валков влияют многие факторы и изучить отдельное влияние каждого из них крайне трудно. Это объясняется тем, что на одном комплекте валков, как правило, прокатываются различные марки стали.

В настоящей работе сделана попытка расчетным путем установить величину износа валков, основываясь на данных по стойкости валков стана 850 Белорусского металлургического завода. В 1999 г. на стане 850 при производстве проката использовали стальные валки из стали 150ХНМ. Норма расхода валков по цеху принята равной  $R_{\text{норм}}^0 = 0,5$  кг/т. Данные из производственных отчетов показывают, что в отдельные периоды времени наблюдается превышение установленной нормы, но в целом за год списано изношенных валков в пределах нормы.

Авторы [1] приводят по валкам из стали 150ХНМ следующие данные. Износ валка по дну калибра составляет 2,48 мм на 1000 т. При этом не указывается, на каком профиле, марке стали, калибре получены эти данные. Используя известное выражение [2] (рис. 1)

$$\Delta h_c = \frac{\Delta D}{2} \sin \varphi, \quad (1)$$

где  $\Delta h_c$  — выработка по стенке калибра, мм;  $\Delta D = D - D_{\text{н}}$  — диаметры валков до и после переточки, мм, определяем износ боковой поверхности калибра и массу снятого при переточке металла на всю длину рабочей зоны валка. Расчетное значение

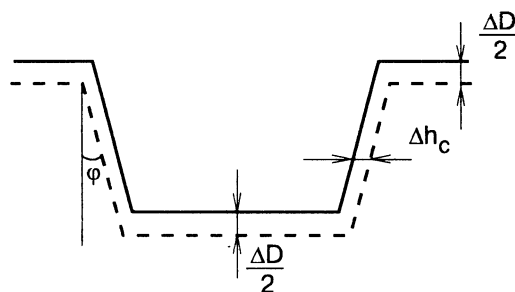


Рис. 1. Схема переточки ящичного калибра

*The outcomes of the research, formula for account of wear of rollers are indicated in this article depending on the factors of the cross-section of hire and chemical structure of steel.*

износа валка при пересчете к массе валка 12,6 т составит  $R_{\text{расч}}^0 = 0,36$  кг/т. Расчет сделан для существующей калибровки валка при прокатке заготовки сечением 125×125 мм.

Примем 0,36 кг/т за базу, соответствующую прокатке среднеуглеродистой стали. Так как данные по коэффициенту трения или сопротивлению деформации при различных температурах прокатки для большинства сталей отсутствуют, попытаемся связать износ калибра с углеродным эквивалентом прокатываемой стали.

Для упрощения решения задачи разобьем условно все прокатанные в 1999 г. марки стали по углеродному эквиваленту  $C_i$  на три группы:

$C_1$  — ст.70, ст.80, ст.85, 67Г-70Г;

$C_2$  — ст.35, ст.45, 40Х, 25ХГТ, 38ХГМ, 35ХГСА, 20ХНЗА, 20ХНМ, 20ХГНМ2ТА;

$C_3$  — ст.3сп, ст.10, ст.20, 25Г2С, 20Г2, 35Г,

$C_i = C + 0,17Mn + 0,1Si + 0,2(Cr + Ti + Mo) + 0,06(Cu + Ni)$ . (2)

В качестве второго фактора, влияющего на износ калибра, примем коэффициент формы поперечного сечения раската:

$$K_f = \Pi_{\text{в}} / \Pi_{\text{г}}, \quad (3)$$

где  $K_f$  — отношение параметров сечения заготовки к периметру сечения готового проката.

На БМЗ используются два типа непрерывнолитой заготовки сечением 250×300 и 300×400 мм. Значения коэффициента формы для основных профилей приведены в таблице.

Доля  $P_i$  профилей в общем объеме проката

Профиль кр/кв	$K_f$	$\Sigma P_i$	В том числе $P_i$ по группам сталей		
			$C_1$	$C_2$	$C_3$
кв 125	2,8	0,619	0,23	0,33	0,059
кв 100	3,5	0,04	0	0,036	0,004
кр 150	2,98	0,127	0	0,096	0,031
кр 100	3,54	0,025	0	0,25	0
кр 90	3,92	0,031	0	0,018	0,013
кр 80	4,4	0,051	0	0,051	0
Остальные	3,4	0,11	$C_0 = 0,59$		

Установленная норма износа валка  $R_{\text{норм}}^0 = 0,5$  кг/т относится ко всей массе списанного валка, тогда как для расчетного установления зависимости износа калибра от  $C_i$  и  $K_i$  необходимо учитывать только ту часть валка, которая изнашивается в процессе прокатки или снимается во время переточки калибров. Так, например, за семь переточек валка с диаметром от 850 до 740 мм снимается 2370 кг металла. После седьмой переточки и прокатки металла до износа калибров выше предельного плюсового отклонения по размеру сечения раската валок списывается. Снятая часть металла составляет 18,8% от всей массы валка. В результате анализа производственных данных за 1999 г. было установлено, что расход валков составляет  $R_{\text{норм}}^0 = 0,42$  кг/т на весь объем валка. Если износ отнести к рабочей части валка, снятый при переточках (18,8%), то расход валков составит 0,082 кг/т.

В 1999 г. в цехе было прокатано 454 150 т из указанных марок сталей в виде квадратной заготовки сечением 125×125, 100×100 мм и круглой заготовки сортового проката диаметром от 80 до 150 мм с шагом 5 мм.

В таблице приведены данные для анализа по видам проката, которые составляют основную долю  $\Sigma P_i = 0,89$  от годового объема, где  $P_i$  — доля профиля определенной группы стали.

Расчет углеродного эквивалента по формуле (2) с учетом доли  $P_i$  для каждой марки стали в годовом объеме позволил получить данные для каждой группы сталей:

$$C_1 = 0,955, C_2 = 0,69, C_3 = 0,47, C_0 = 0,59,$$

где  $C_0$  — углеродный эквивалент сталей, приходящихся на оставшуюся долю ( $P_0 = 0,11$ ) профилей, не вошедших в таблицу. При этом расчетное значение  $K_0 = 3,4$ .

Составим следующее выражение:

$$A(\bar{C} \cdot \bar{K}) = \bar{R}_{\text{расч}}, \quad (4)$$

где  $\bar{C} = 0,705$  и  $\bar{K} = 2,977$  — соответственно средние значения углеродного эквивалента и фактора формы по всей выборке за год. В результате статической обработки данных выражение (4) примет вид

$$0,042(\bar{C} \cdot \bar{K}) = \bar{R}_{\text{расч}}. \quad (5)$$

Приняв объем годового проката  $Q = 454 150$  т за 1, определим по выражению (5) расчетную норму расхода рабочей изнашиваемой части валка  $\bar{R}_{\text{расч}}$  с учетом изменяющихся значений  $K_i$ ,  $C_i$  и  $P_i$ . В результате статической обработки данных получим  $\bar{R}_{\text{расч}} = 0,091$  кг/т. В пересчете на весь валок

$$\bar{R}_{\text{расч}} = 0,091 \frac{1}{0,188} = 0,484 \text{ кг/т. Ошибка расчета}$$

составляет  $\sigma_{\text{от}} = \pm 0,024$  кг/т. Проварьируем изменения  $K_i$  и  $C_i$  от минимума до максимума (см. таблицу) ( $K_i = 2,8-4,4$  и  $C_i = 0,47-0,955$ ) и после статической обработки получим уравнение регрессии для расчета износа рабочей части валка:

$$R_{\text{расч}} = (7,62C_i + 0,925K_i) \frac{1}{100}, \quad (6)$$

и для расчета всей массы валка:

$$R_{\text{расч}}^0 = (0,4C_i + 0,0486K_i). \quad (7)$$

При исследовании стойкости валков на БМЗ установлено, что при прокатке трубной заготовки диаметром 150 мм из ст. 20 на одном чистовом калибре до переточки прокатывают около 5000 т. Согласно выражению (1), получим, что износ по боковой стенке калибра в этом случае составит 0,24 мм на 1000 т. Используя данные [1], получаем расчетное значение износа боковой стенки калибра 0,226 мм, т.е. данные сопоставимы.

Примем эти данные за базу в дальнейших рассуждениях, в результате чего получим выражение для расчета износа боковой стенки калибра от  $R_{\text{расч}}$  на 1000 т проката:

$$\Delta h_c = 3,81R_{\text{расч}}, \text{ мм} \quad (8)$$

Приведенные в таблице профили должны по точности геометрических параметров ( $\pm \Delta$ , мм) соответствовать требованиям ГОСТ 2590-91. С учетом этих требований в результате расчета по формуле (1) определим, что за одну переточку валка снимается около 320 кг металла. Расхождение расчетных и фактических данных составляет  $\pm 7\%$ .

Используя данные (6), (8), получаем выражения для расчета объема металла  $Q_i$ , который можно прокатать на одном чистовом калибре до переточки. Так как длина дуги валка, а соответственно и износ калибра на 1 т проката меняется от первой до седьмой переточки на 13%, то выражение для расчета  $Q_i$  примет вид:

$$Q_i = \frac{\Delta h_{\text{max}} \cdot 1000}{\Delta h_{\text{расч}}} (1 - 0,0185N), \quad (9)$$

где  $N$  — номер переточки от 1 до 7;  $\Delta h_{\text{max}} = \frac{1}{2}$  суммы предельных отклонений по сечению профиля.

В качестве примера произведем расчет возможного объема проката трубной заготовки из ст. 20 диаметром 130 мм после третьей переточки:  $C = 0,351$ ;  $K = 3,41$ . По выражению (6)  $R_{\text{расч}} = 0,0583$  кг/т, по выражению (8)  $\Delta h_{\text{расч}} = 0,222$  мм на 1000 т, тогда при  $\Delta h_{\text{max}} = 1,4$  мм на сторону объем металла будет равен:

$$Q_i = \frac{1,2 \cdot 1000}{0,222} (1 - 0,0185 \cdot 3) = 5105 \text{ т.}$$

Учитывая, что существующая калибровка валков БМЗ основывается на принципе “один профиль равен одному комплекту валков” и на одном комплекте валков нарезается два чистовых калибра, то в данном случае с двух чистовых калибров можно снять 10200 т до следующей переточки.

Анализ программы загрузки стана в 1999 г. позволяет также сделать следующие выводы. Распределение годового объема по профилям (рис. 2) показывает, что почти 90% приходится на профили, приведенные в таблице.

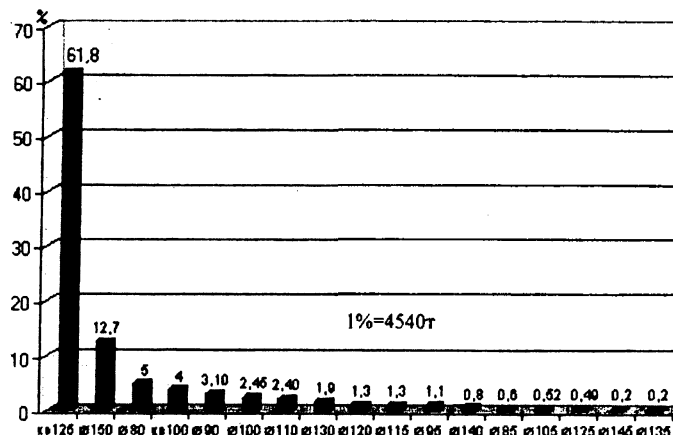


Рис. 2. Распределение профилей стана 850 БМЗ, %, в 1999 г.

При переточке изношенных калибров (в среднем 7 раз) с диаметром от 850 до 740 мм, при  $\bar{C}=0,705$  и  $\bar{K}=2,977$  с учетом нарезки на минусовый допуск можно прокатать не менее 50 000 т, после чего комплект валков списывается.

Таким образом можно рекомендовать: либо не принимать заказы с объемом менее 50 000 т в год, либо для малотоннажных профилей использовать универсальную калибровку для прокатки 2—3 профилей на одном комплекте валков. Возможно другое известное решение, когда после очередного из-

носа чистового калибра переточка производится не в глубь валка на тот же размер калибра, а растачивается на калибр большего размера. Опыт работы на заготовочных станах металлургических предприятий свидетельствует о такой возможности, тем более, что на валках стана 850 БМЗ сегодня нарезаются два чистовых калибра.

#### Литература

1. Гун Г. С., Соколов В. Е., Огарков Н. Н. Обработка прокатных валков. М.: Металлургия, 1983.
2. Диомидов Б. Б., Литовченко Н. В. Калибровка прокатных валков. М.: Металлургия, 1970.