

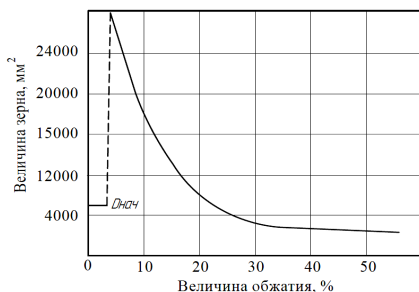
# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ ШАРИКОПОДШИПНИКОВЫХ СТАЛЕЙ В УСЛОВИЯХ СТАНА 370/150 ОАО «БМЗ» УКХ «БМК»

С. А. Савченко

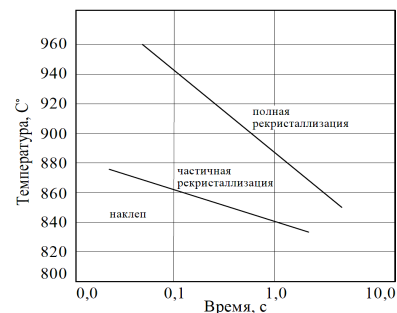
Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. В. Астапенко

Основными факторами, определяющими величину роста зерна металла при горячей прокатке с рекристаллизацией шарикоподшипниковых (ШХ) сталей на линии сорта в условиях СПЦ-2 ОАО «БМЗ», являются степень предварительной деформации (рис. 1, а) и температура (рис. 1, б) [1].



а)



б)

Рис. 2. Факторы влияния роста зерна структуры при прокатке ШХ-сталей: а – влияние зоны критической деформации на размер образующихся карбидных зерен при рекристаллизации; б – влияние температуры прокатки при рекристаллизации

Деформационный режим прокатки (табл. 1), в отличие от температурного, изучен не так широко и при расчете калибровок прокатки сортовых профилей в условиях стана 370/150 ОАО «БМЗ» не учитывается [2].

Таблица 1

## Режимы обжатия в чистовых клетях для сортовых профилей стана 370/150

Профиль	Обжатие сечения полосы в клетях чистового блока, %		
	Клеть № 22	Клеть № 22	Клеть № 22
34	12,5	18,4	3,5
35	10,9	13,2	2,7
36	10,9	14,2	4,1
45	31,6	28,1	2,1
48	21,8	21,4	4,7
50	13,9	19,9	4,4

В связи с появлением требования компанией Timken о регламентировании карбидной сетки на поставляемый прокат из ШХ-сталей, согласно стандарту SEP 1520, проводилась адаптация существующей технологии проката под новые требования потребителя. Для этого проведена поэтапная корректировка режимов прокатки на трех кампаниях.

При анализе результатов кампаний было установлено: режим обжатий полосы на выходе из участка клетей стана промежуточных обжатий (клетки № 8–21) и на чистовом блоке клетей линии сорта (клетки № 22–24) для всех профилей кроме круга 45 согласно таблицам калибровки, попадает в зону критических обжатий, приводящих к резкому росту карбидного зерна структуры ШХ-сталей (табл. 2).

Таблица калибровки валков универсальна для всех профилей [3]. Дифференцирование возникает на чистовом блоке в клетях № 22, 23 и в оригинальном калибре клетки № 24, формирующем готовый профиль. Рассмотрим схему обжатий конца прокатки для круга 40 середины диапазона сортовых профилей (20–80 мм). Анализ значений обжатий (табл. 2) позволяет сделать вывод о возможном росте карбидного зерна структуры готового проката.

Таблица 2

## Режим конца прокатки линии сорта для круга 40 мм

Параметр	Клеть № 14	Клеть № 15	Клеть № 22	Клеть № 23	Клеть № 24
Тип калибра	Овал	Круг	Овал	Круг	Круг
Межвалковый зазор, мм	6,5	6,5	3,5	3,0	1,0
Площадь сечения полосы, мм <sup>2</sup>	2200,8	1853,6	1673,8	1321,1	1287,2
Обжатие сечения, %	28,5	18,7	15,1	16,1	2,6
Угловая скорость вращения валков, рад	13,603	16,336	23,269	28,064	28,997
Мощность прокатки, кВт	395	307	316	402	74

Поскольку прокатка с обжатиями менее 20 % и более 5 % оказывается в зоне критической деформации, рекристаллизация в межклетьевых промежутках приводит к значительному росту карбидной фазы структуры. Для стабильного получения низкого бала карбидной сетки (для ШХ-сталей) можно увеличивать обжатия путем регулирования межвалковых зазоров и использования промежуточных калибров старших веток калибровки. Это позволит не перекалибровывать валки и отказаться от снижения температуры на конце прокатки, приводящего к сильному росту нагрузки на оборудование (100 % мощности и более).

Исходя из указанных положений, была разработана усовершенствованная схема обжатий для круга 40 (табл. 3). При этом межвалковый зазор в клети № 13 был уменьшен на 2,8 мм, а площадь сечения раската на входе в клеть № 14 уменьшилась с 2827,9 до 2534,8 мм<sup>2</sup>.

Таблица 3

**Усовершенствованный режим конца прокатки линии сорта для круга 40 мм**

Параметр	Клеть № 14	Клеть № 15	Клеть № 22	Клеть № 23	Клеть № 24
Тип калибра	Овал	–	–	Круг	Круг
Межвалковый зазор, мм	1,1	–	–	3,0	1,0
Площадь сечения полосы, мм <sup>2</sup>	1885,5	–	–	1369,6	1287,2
Обжатие сечения, %	34,43	–	–	37,67	6,4
Угловая скорость вращения валков, рад	14,91	–	–	25,64	28,997
Мощность прокатки, кВт	642	–	–	657	79

Для проверки возможности реализации предлагаемого варианта режима прокатки был выполнен численный эксперимент по методу конечных элементов с использованием адекватной численной модели. Анализировалось заполнение калибров (рис. 1) и энергосиловые параметры (табл. 3).

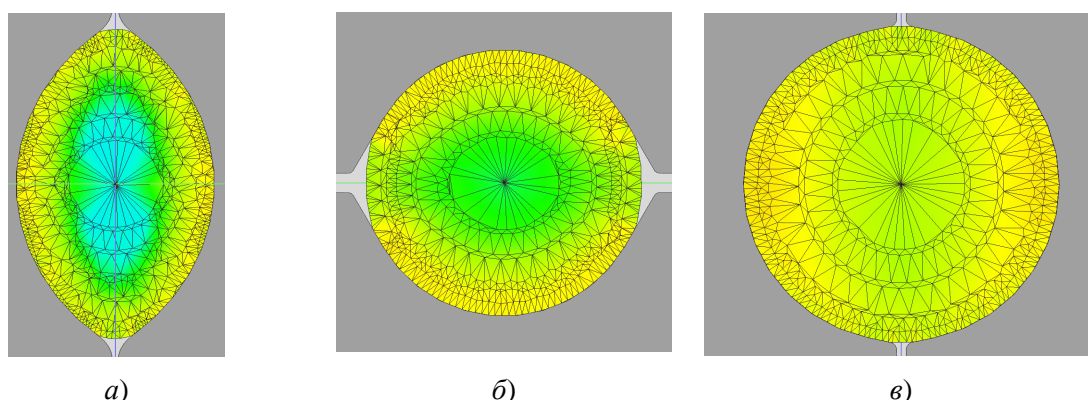


Рис. 1. Заполнение чистовых калибров при усовершенствованном режиме:  
а – клеть № 14; б – клеть № 23; в – клеть № 24

Анализ результатов численного эксперимента подтверждает возможность реализации предложенного усовершенствования, поскольку заполнение калибров близ-

ко к оптимальному, а мощность прокатки не превысила штатных значений для приводов клетей № 14, 23, 24 (710/900/710 кВт). По предложенной методике можно изменить режимы прокатки всех профилей для получения требуемого размера карбидной фазы структуры проката из ШХ-сталей.

#### Л и т е р а т у р а

1. Снижение карбидной сетки в стали ШХ15СГ / П. И. Ящерицини [и др.] // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2014. – Т. 48, № 3. – С. 117–121.
2. Астапенко, И. В. Особенности горячей прокатки высоких полос в ящичном калибре / И. В. Астапенко, Д. М. Васильков // Современные проблемы машиноведения : материалы XII Междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. П. О. Сухому), Гомель, 22–23 нояб. 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; Филиал ПАО «Компания «Сухой» ОКБ «Сухого» ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – С. 114–117.
3. Стрельченко, А. В. Исследование влияния геометрии ящичных калибров валков на образование термоциклических трещин в условиях мелкосортно-проволочного стана горячей прокатки 370/150 «ОАО Белорусский металлургический завод – управляющая компания холдинга «БМК» / А. В. Стрельченко, И. А. Зуев, И. В. Астапенко // Черная металлургия. Бюл. науч.-техн. и экон. информ. – 2019. – Т. 75, № 1. – С. 80–86.