

ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ И ОПРАВОК ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ РАСКАТКЕ ЧЕРНОВЫХ ТРУБ

Я. И. Радькин

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

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Одной из главных задач, стоящих перед трубной промышленностью, является сокращение производственных издержек при обеспечении высокого качества выпускаемой продукции.

Производство труб на трубопрокатных агрегатах с непрерывными станами получило наибольшее развитие ввиду высокой производительности и экономичности. Раскатка гильз осуществляется деформацией стенки трубы между оправкой и прокатными валками в нескольких прокатных клетях, что обеспечивает равномерное обжатие стенки трубы. Перед подачей заготовки в валки в нее вводится длинная цилиндрическая оправка, которая движется в очаге деформации вместе с заготовкой. Диаметр оправки определяет внутренний диаметр трубы, а последовательно расположенные круглые калибры, уменьшающиеся в размерах по ходу прокатки, обеспечивают получение необходимого наружного диаметра.

Качество бесшовных труб, в первую очередь, зависит от качества прокатного инструмента и технологических режимов прокатки. При отсутствии постоянного контроля над состоянием прокатных валков и оправок на поверхности труб могут образоваться дефекты (рис. 1), либо при сильном износе инструмента готовая труба не будет соответствовать необходимым геометрическим размерам.



а)

б)

в)

Рис. 1. Дефекты поверхности трубы, возникающие вследствие использования изношенного инструмента: а – прорез; б – риски; в – отпечатки

Стойкость инструмента обуславливается условиями его работы, так как в процессе эксплуатации валки и оправка подвергаются циклическому воздействию термических и механических нагрузок.

Цель работы: определение оптимального режима раскатки черновых труб, при котором износ инструмента будет снижен.

Для решения поставленной задачи был выбран метод численного моделирования. Была построена адекватная численная модель процесса раскатки, которая позволяет определять значения напряжений, деформаций и температурных параметров в очаге деформации, а также силовые параметры, действующие на инструмент. Адекватность численной модели доказана сравнением расчетных и фактических значений силовых и геометрических параметров прокатки. Кроме того, данная модель позволяет определять величину и предполагаемые места износа прокатных валков и оправки.

Моделирование износа прокатного инструмента является сложной задачей, требующей учета влияния на него большого количества факторов. Для моделирования износа была применена модель износа Арчарда:

$$W = \int \frac{K}{H} P |v_{rel}| dt,$$

где W – износ; H – твердость, НВ; K – коэффициент износа; P – контактное давление, МПа; v_{rel} – относительная скорость, м/с.

Основная деформация при раскатке происходит по толщине стенки. При этом максимальная деформация соответствует дну калибра, где толщина стенки в процессе раскатки минимальна. Максимальная толщина стенки определяется в крайней точке области контакта валка и деформируемого металла. Соответственно, максимальный износ располагается по дну калибра и симметрично расходится под углом в направлениях от центра валка. На рис. 2, а красными линиями показано направление износа поверхности валков.

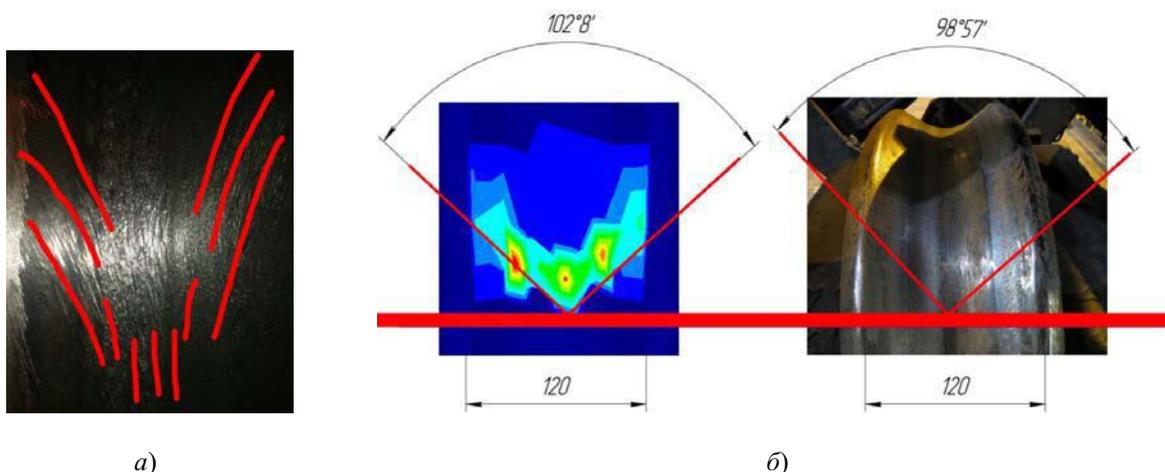


Рис. 2. Моделирование износа прокатных валков:
а – картина износа прокатного валка; б – результат моделирования износа

Как видно из рис. 2, б, картина износа, полученная в результате численного моделирования, соответствует распределению износа на реальном валке, что также указывает на корректность работы численной модели.

Следующим этапом работы было определение оптимальных настроечных параметров непрерывного раскатного стана и режимов прокатки для получения готовой трубы диаметром 70 мм и толщиной стенки 6,3 мм из заготовки диаметром 140 мм.

На базе кафедры «МиТОМ» разработана аналитическая методика расчета геометрических, силовых и скоростных параметров процесса раскатки на стане PQF.

По данной методике были определены геометрические параметры калибров валков для получения данной трубы. После чего был проведен виртуальный эксперимент процесса раскатки гильзы на полученной ранее адекватной численной модели. Результаты экспериментов представлены в таблице.

Результаты численных экспериментов расчетной и действующей калибровок стана PQF

Параметр	Номер клетки							
	VRS		1		2		3	
	Базовое	Расчетное	Базовое	Расчетное	Базовое	Расчетное	Базовое	Расчетное
Сила действия на клетки, кН	41	53	1420	980	1193	1196	676	720
Эффективное напряжение, МПа	53	71	108	105	136	117	121	124
Контактное давление, МПа	610	148	586	491	681	652	623	485
Износ, мм	$2 \cdot 10^{-10}$	$3 \cdot 10^{-10}$	$13 \cdot 10^{-10}$	$8 \cdot 10^{-10}$	$6 \cdot 10^{-10}$	$6 \cdot 10^{-10}$	$0,6 \cdot 10^{-10}$	$0,7 \cdot 10^{-10}$

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что при использовании новой калибровки нагрузка, действующая на валки первой клетки снижается по сравнению с базовой. А если учесть тот факт, что именно первая клетка подвергается наибольшему износу, то при использовании новой калибровки стойкость валков должна возрасти. Кроме того, с калибровкой, полученной аналитическим способом, наблюдается более равномерное распределения нагрузок между клетями, что должно привести к более равномерному износу валков. Это также подтверждается величинами износа, полученными в результате численного моделирования.

В данной работе были получены следующие результаты:

1. Разработана адекватная численная модель процесса раскатки черновых труб, которая позволяет определять значения напряжений, деформаций и температурных параметров в очаге деформации, а также позволяет прогнозировать износ прокатного инструмента.

2. Определены оптимальные настроечные параметры непрерывного раскатного стана PQF, снижающие величину и повышающие равномерность износа валков.

Определение оптимальных геометрических параметров и правильный расчет скоростного режима непрерывного стана обеспечивает его безаварийную работу, а также получение труб заданных размеров и высокого качества.