

УДК 621.771.07.8

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАЛИБРОВКИ ОПРАВКИ ДИАМЕТРОМ 120 мм ДЛЯ ПРОШИВКИ ЗАГОТОВОК В ДВУХВАЛКОВОМ СТАНЕ ПОПЕРЕЧНО-ВИНТОВОЙ ПРОКАТКИ

© Герасимов Юрий Леонидович, магистр техн. наук,

e-mail: gtp1.icm@bmz.gomel.by;

Авдеев Сергей Валентинович, магистр техн. наук,

e-mail: teh.icm@bmz.gomel.by

ОАО «Белорусский металлургический завод – управляющая компания холдинга «Белорусская металлургическая компания». Республика Беларусь, г. Жлобин

Бобарикин Юрий Леонидович, канд. техн. наук, e-mail: bobarikin@tut.by

УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого».

Республика Беларусь, г. Гомель

Статья поступила 28.08.2015 г.

Оптимизирована калибровка прошивной оправки диаметром 120 мм для двухвалкового стана поперечно-винтовой прокатки с грибовидными валками и направляющими дисками Дишера. Построена численная модель процесса прошивки.

Ключевые слова: прошивной стан; оправка; износостойкость; калибровка.

В процессе эксплуатации прошивные оправки, используемые при получения полых трубных заготовок (гильз), испытывают высокие силовые и температурные воздействия. По этой причине прошивные оправки имеют ограниченный срок эксплуатации, снижающий эффективность процесса прошивки в целом. Одним из основных способов повышения стойкости оправки к износу при прошивке является применение усовершенствованных калибровок прошивной оправки, снижающих негативное воздействие силовых нагрузок на рабочую поверхность оправки. Под калибровкой про-

шивной оправки понимаются параметры геометрии рабочей поверхности оправки, контактирующей с обрабатываемым металлом.

Исследовали прошивную оправку диам. 120 мм, используемую для прошивки заготовки диам. 140 мм на гильзу с толщиной стенки 9,4–11,5 мм. Эта оправка наиболее применяема для части сортамента, производимого трубопрокатным цехом ОАО «БМЗ – УХХ «БМК», – труб с тонкой стенкой. Однако невысокая средняя стойкость оправки – 64 условных прохода прошивки – обусловила необходимость ее усовершенствования.

Конструкция оправки предусматривает циркуляцию охлаждающей воды через внутреннюю полость ступенчатой формы с выпуском пара через отверстия диам. 3 мм в носке, расположенные у его основания под углом 120° (рис. 1, а). В процессе эксплуатации этих оправок цилиндрический носок быстро изнашивается вследствие сквозной прокаливаемости, а отверстия для выхода пара, являясь концентраторами напряжений, зачастую приводят к растрескиванию оправок по длине.

С целью повышения стойкости описанной прошивной оправки был выполнен анализ литературных источников и патентов и построена численная конечно-элементная модель процесса прошивки (рис. 2). Проведено численное моделирование процесса прошивки сплошной стальной заготовки диам. 140 мм из стали 20 на оправках диам. 120 мм с различной геометрией, для получения гильзы с толщиной стенки 11,3 мм и наружным диам. 150 мм (см. рис. 2).

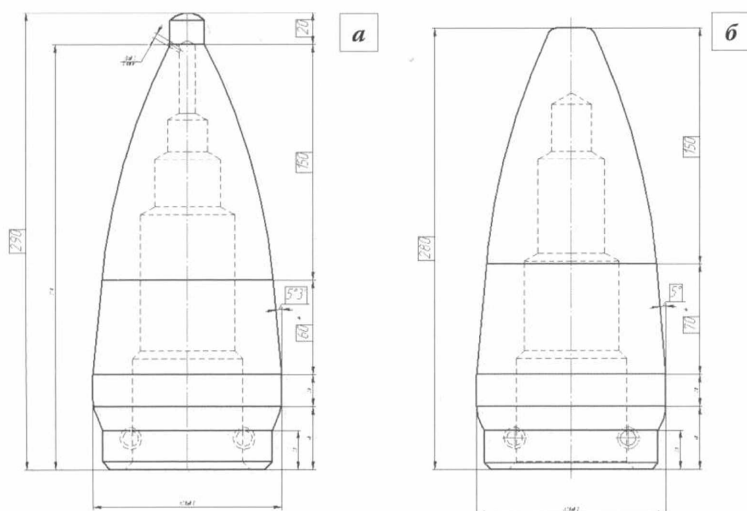


Рис. 1. Изменение конструкции прошивной оправки диам. 120 мм: а – стандартная и б – опытная калибровки

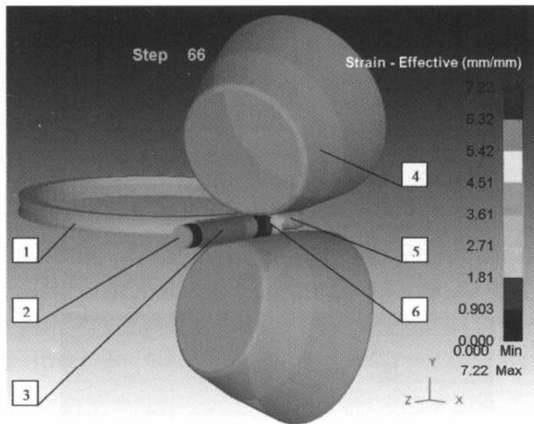


Рис. 2. Трехмерная численная модель процесса прошивки (правый диск Дишера исключен из просмотра):
1 – направляющий диск Дишера; 2 – толкатель; 3 – входная проводка; 4 – валок; 5 – оправка; 6 – заготовка

Моделировали процесс прокатки с постоянной частотой вращения валков (90 мин^{-1}) и постоянной частотой вращения направляющих дисков 17 мин^{-1} . Заготовка задается в очаг деформации с помощью входного толкателя со скоростью $0,3 \text{ м/с}$ в начальный момент прокатки, до захвата заготовки валками.

Исследуемый объем заготовки и прошивной оправки разбивался на гексагональные конечные элементы. При моделировании прошивки заготовки были приняты следующие допущения:

- модель материала – упругопластическая;
- валки и оправка – абсолютно жесткие тела;
- трение между заготовкой и инструментом по Зибелю;
- заготовка во всем объеме нагрета до 1200°C ;

– температура валков и направляющих дисков в процессе прошивки постоянна.

По результатам численных расчетов была получена картина распределения напряжений в очаге деформации (рис. 3) для разных вариантов калибровок прошивных оправок.

На рис. 3 отображено распределение напряжений в заготовке, действующих по осям X , Y и Z , при прошивке на оправках диам. 120 мм с различной геометрией. Наибольшим напряжениям подвергается носок и сферический участок оправки, так как именно здесь осуществляется основная деформация. На коническом участке происходит формирование стенки гильзы и сглаживание неровностей ее поверхности. На следующем участке выполняется окончательная калибровка получаемой гильзы. Обратный конус предназначен для облегчения выхода гильзы из валков.

Для упрощения валки и направляющие диски на рис. 1 не изображены. После захвата заготовки начинается ее вращение и движение относительно оси прокатки. Затем происходит обжатие заготовки до ее контакта с прошивной оправкой, после чего формируется конус в торце трубной заготовки. После того как оправка полностью входит в заготовку, начинается установившийся режим прокатки.

Модель позволяет определить напряжения, возникающие в очаге деформации заготовки. Материал подвергается интенсивному воздействию сжимающих напряжений со стороны валков. В осевом направлении на заготовку действуют

растягивающие напряжения в области носка прошивной оправки. В процессе вращения заготовки напряжения в этой области циклически изменяются от сжимающих к растягивающим. Из-за этого при неправильном режиме прошивки возможно растрескивание заготовки в области воздействия прошивной оправки.

Качественный и количественный анализ результатов численного моделирования разных вариантов калибровки оправок позволил выбрать вариант калибровки, обеспечивающий снижение растягивающих напряжений в

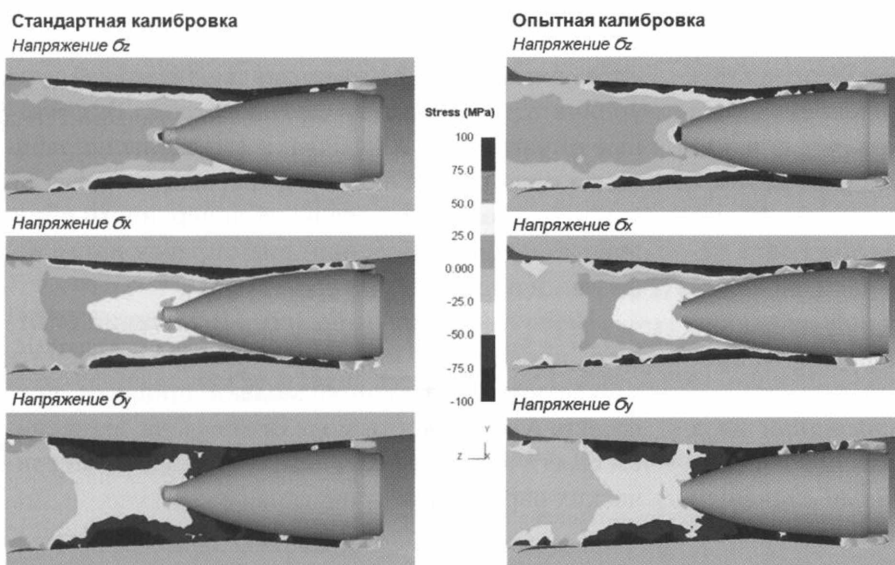


Рис. 3. Распределение напряжений в очаге деформации при прошивке на оправках диам. 120 мм с различной геометрией

Таблица 1. Параметры настройки прошивного стана и обжатия в очаге деформации при прошивке на оправках диам. 120 мм с различной геометрией

Оправки	Угол подачи, град	Расстояние между валками, мм	Выдвижение оправки за пережим, мм	Расстояние между дисками Дишера, мм	Обжатие перед носком оправки, %	Обжатие в пережиме, %
Стандартные	12	118,2	113	137,0	7,113	15,6
Опытные	12	120,0	96	137,0	7,099	14,3

Таблица 2. Сравнительная стойкость прошивных оправок диам. 120 мм с различной геометрией по результатам первичных промышленных испытаний

Оправки	Число проходов	
	суммарное	условное*
Опытная № 1	71	49
Опытная № 2	80	55
Среднее значение		52
Стандартные оправки	60	55
	48	50
	40	42
Среднее значение		49

*Условное число проходов – это суммарное число проходов прошивки отнесенное к стандартной длине заготовки, равной 2455 мм.

направлении дисков Дишера у носка оправки по сравнению со стандартной калибровкой. В результате сравнения результатов распределения напряжений для разных вариантов калибровки оправок получена усовершенствованная (опытная) калибровка прошивной оправки (см. рис. 1, б). Новая калибровка характеризуется отсутствием цилиндрического носка – при прошивке происходит частичная циркуляция охлаждающей воды без выхода наружу в виде пара. Угол раскатного конуса был уменьшен с $5^{\circ}3'$ до 5° , а его длина увеличена с 60 до 70 мм, что позволяет снизить винтовой след на оправках. Общая длина рабочей поверхности оправки была уменьшена на 10 мм, что привело к снижению величины обжатия в пережиме валков.

После анализа теоретических исследований было принято решение о целесообразности проведения промышленных испытаний.

Первичные промышленные испытания двух опытных прошивных оправок диам. 120 мм проводили одновременно с испытаниями стандартных оправок диам. 120 мм в целях адекватного сравнения их стойкости.

Параметры настройки прошивного стана и обжатия в очаге деформации при прошивке на



Рис. 4. Износ опытной оправки № 1 (а) после 71 прохода и опытной оправки № 2 (б) после 80 проходов

стандартных и опытных оправках приведены в табл. 1. При использовании опытной калибровки прошивной оправки достигнуто снижение величины обжатия в пережиме валков на 1,3%.

По результатам первичных испытаний стойкость экспериментальных оправок находилась на уровне стойкости стандартных (табл. 2). Опытные оправки № 1 и № 2 были выведены из работы по причине небольшой деформации носка, но грубых дефектов износа на их поверхности обнаружено не было. Внешний вид оправок после испытаний приведен на рис. 4.

Первичные промышленные испытания опытных прошивных оправок позволили оценить адекватность численной модели процесса прошивки. Адекватность модели доказана сравнением фактических и расчетных значений геометрических параметров прошитых гильз:

	Фактически	По расчету
Толщина стенки, мм	11,5	11,2
Наружный диаметр гильзы, мм	151	149,5

Таким образом, при прошивке на опытных оправках диам. 120 мм погрешность составила не более 3%.

Для сравнительного анализа стандартной и опытной калибровок прошивных оправок были исследованы графики силы тока электродвигателей привода валков прошивного стана (рис. 5). Видно, что при использовании опытных прошивных оправок токовая нагрузка на электродвигатели привода валков стала на 15% ниже, чем при использовании стандартных оправок. Этот подтвержденный экспериментально факт указывает на снижение деформационных нагрузок на опытные оправки.

Затем были проведены промышленные испытания опытных оправок диам. 120 мм с измененной геометрией (см. рис. 1, б), при которых среднегодовая их стойкость составила 93 условных прохода, в то время как для стандартных оправок диам. 120 мм (см. рис. 1, а) этот показатель составляет 64 условных прохода. Прирост стойкости равен 45%.

Заключение. С помощью разработанной численной модели процесса прошивки на двухвалковом прошивном стане Дишера с грибовидными валками и направляющими дисками Дишера разработана усовершенствованная конструкция прошивной оправки, эффективность которой доказана промышленными испытаниями. Усовершенствованная калибровка прошивной оправки позволила повысить стойкость прошивной оправки на 45%, снизить токовую нагрузку на электродвигатели привода прокатных валков прошивного стана на 15%.

Библиографический список

1. Вавилкин Н.М., Бухмиров В.В. Прошивная оправка. М. : МИСиС, 2000. 128 с.

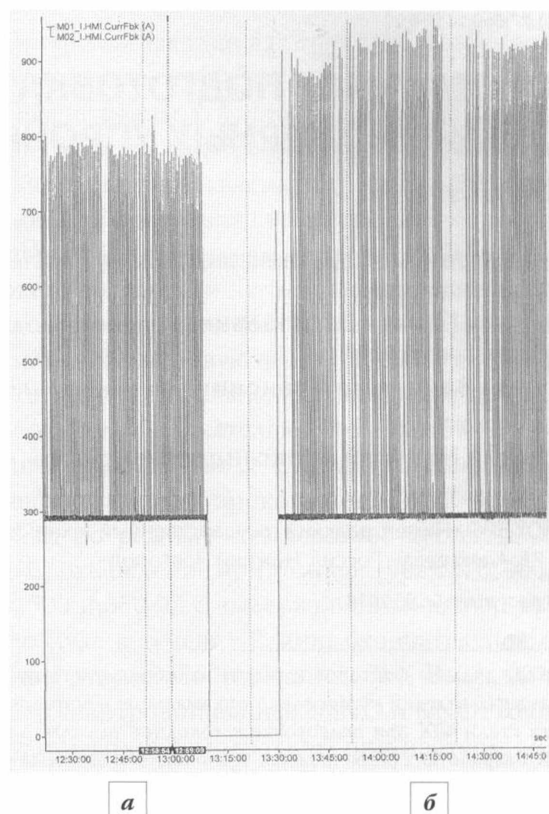


Рис. 5. Графики силы тока электродвигателей привода валков прошивного стана при прошивке на опытной (а) и стандартной (б) оправках диам. 120 мм

2. Тетерин П.К. Теория поперечной и винтовой прокатки. Изд. 2-е, перераб. и доп. М. : Металлургия, 1983. 270 с.

3. Романцев Б.А., Гончарук А.В., Вавилкин Н.М., Самусев С.В. Трубное производство: учеб., 2-е изд., испр. и доп. М. : ИД МИСиС, 2011. 970 с.

4. Тетерин П.К. Калибровка оправок прошивных станков: Сб. «Обработка металлов давлением». Вып. 3. М. : Металлургиздат, 1954. С. 254–267.

5. Голубчик Р.М., Меркулов Д.В., Новиков М.В. и др. Совершенствование профиля рабочей части оправки для прошивки заготовок // Изв. вузов. Черная металлургия. 2002. № 11. С. 30–33.

PERFECTION OF GROOVING PLUG OF 120 mm DIA FOR WORKPIECES PIERCING AT TWO-HIGH HELICAL ROLLING MILL

© Gerasimov Yu.L., Avdeev S.V., Bobarikin Yu.L.

Grooving piercing plug of dia 120 mm for two-roll cone type piercer with Diescher guide discs was optimized. Numerical model of piercing process was developed.

Keywords: cone-roll piercing mill; piercer plug; wear resistance; calibration.