

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОШИВНОГО ИНСТРУМЕНТА

К. В. Гавриловец, А. В. Стрельченко

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

Научные руководители: Ю. Л. Бобарикин, Я. И. Радькин

При изготовлении бесшовных труб одной из основных операций является прошивка слитка или заготовки в гильзу, т. е. получение толстостенной трубы. Изготовление пустотелой гильзы является очень ответственной операцией, от которой зависят качество готовых изделий и производительность прокатных установок. Прошивку заготовки выполняют на станах, которые по своей конструкции делятся на валковые с косо расположенными валками; дисковые и с грибовидными валками.

Очень важной задачей является увеличение стойкости инструмента, а именно прошивной оправки и валков, так как они подвергаются высоким термической и силовым нагрузкам в процессе получения полой заготовки.

Цель работы – определение таких параметров процесса получения полой заготовки и определение оптимальной геометрии прошивной оправки, при которых нагрузка на инструмент будет минимальной.

Для решения поставленной задачи был использован метод численного моделирования, так как он позволяет строить адекватные виртуальные модели процессов металлообработки, в том числе процесс прокатки труб. В результате отпадает необходимость в высоких затратах на натуральный эксперимент, так как выполняется виртуальный эксперимент. Точность численных расчетов значительно превышает точность аналитического подхода.

Впервые была построена численная модель прокатки гильз на прошивном стане с грибовидными валками и направляющими дисками, которая позволяет определить значения напряжений, деформаций, тепловые и силовые параметры, действующие на заготовку и прошивную оправку.

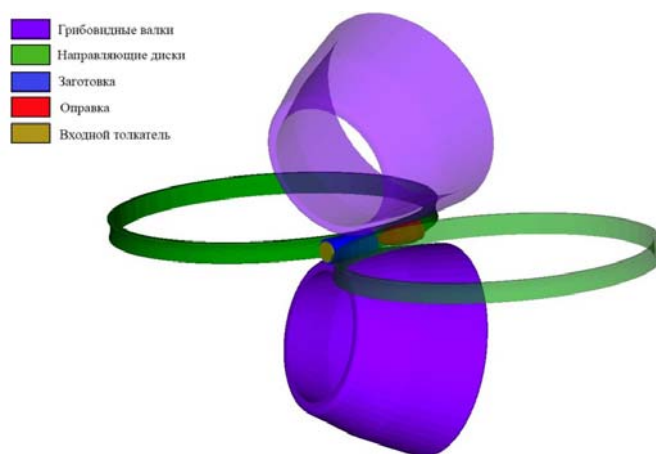


Рис. 1. Геометрическая модель процесса прошивки

Адекватность модели доказана сравнением расчетных и фактических значений силовых и геометрических параметров прокатки.

В процессе прошивки именно прошивная оправка подвергается наибольшему нагреву и наибольшим усилиям со стороны обрабатываемого материала. Наибольшие термические напряжения возникают при первом контакте не разогретой оправки и заготовки, так как имеет место большая разность температур. Значение термических напряжений может быть равным либо превышать усилие, действующее на оправку со стороны нагретой заготовки.

В ходе исследований был проведен ряд численных экспериментов процесса прошивки при одинаковых условия прокатки для получения гильзы с толщиной стенки 11,5 мм и наружным диаметром 150 мм, но с использованием различных прошивных оправок. Оправки № 1 и 2 используются непосредственно в производстве, а оправка № 3 – это вариант оправки, предлагаемый как оптимизационный.

**Геометрические параметры прошивных оправок**

Параметр	Оправка № 1	Оправка № 2	Оправка № 3
Длина сферического участка, мм	150	140	150
Радиус сферического участка, мм	437,1	295,2	425
Длина конического участка, мм	70	70	60
Угол конического участка, °	5,3	3,36	5
Выдвижение оправки за пережим, мм	90	83	104
Диаметр оправки, мм	120	120	118
Длина оправки, мм	310	290	272

На рис. 2 наглядно представлены изменения формы заготовки в процессе прошивки в продольных и поперечных сечениях (для ясности картины валки и направляющие диски на рисунке не изображены).

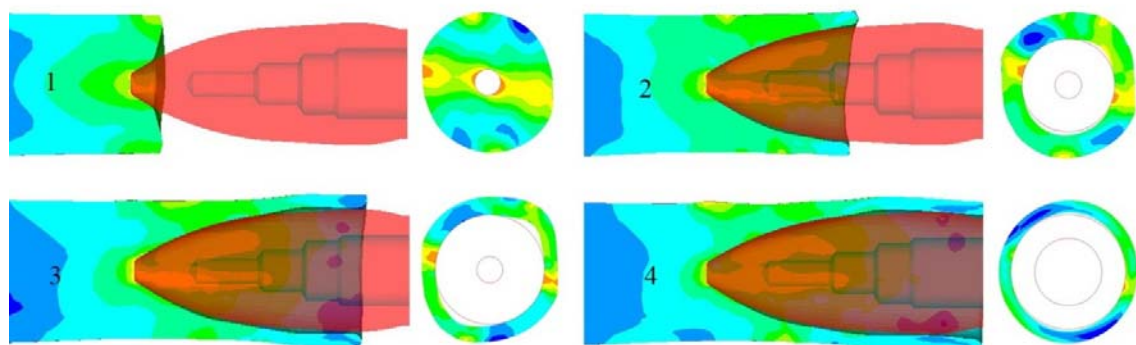


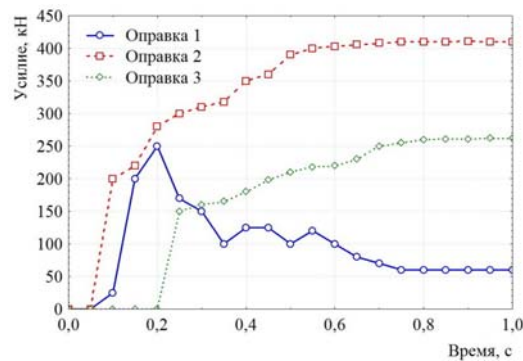
Рис. 2. Этапы формирования полрой заготовки

Модель позволяет определить напряжения и температуры, возникающие в очаге деформации заготовки. Однако интерес представляет определение силовых и температурных параметров, действующих на инструмент, а конкретно – на прошивную оправку.

Ниже представлен график сравнения усилий, действующих на прошивную оправку. В направлении оси  $X$  (рис. 3, *а*), вдоль оси прошивной оправки, максимальное усилие при установившемся режиме прошивки показал процесс с оправкой № 2  $F_x = 420$  кН. Усилие снизится на 140 кН в случае использования оправки № 3.

В процессе образования полости положение заготовки при прошивке становится неустойчивым. Происходит незначительный перекося относительно оси оправки, в результате чего растут силы, действующие по оси  $Y$  в направлении валков (рис. 3, *б*) и в направлении оси  $Z$  на направляющие диски (рис. 3, *в*).

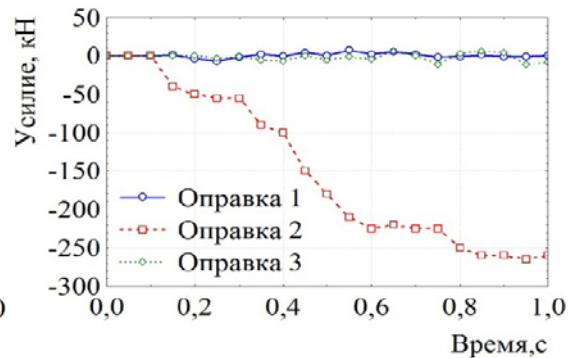
Усилие на валки изменяется циклично, так как заготовка вращается в процессе формирования полости.



а)



б)



в)

Рис. 3. График усилий, действующих на оправку:  
а – усилие по оси  $X$ ; б – усилие по оси  $Y$ ; в – усилие по оси  $Z$

Наибольшее усилие на направляющие диски показал процесс с оправкой № 2. В случае применения оправки № 3 усилие на направляющие диски минимально.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что при внедрении новой прошивной оправки (оправка № 3) стойкость инструмента возрастет, при этом нет необходимости изменять другие параметры процесса прошивки, так как на выходе будет получена гильза с теми же геометрическими размерами.

Таким образом, результаты работы следующие:

1. Впервые разработана адекватная численная модель процесса прошивки гильз на стане с грибовидными валками и направляющими дисками, которая позволяет

определить значения напряжений, деформаций и температурных параметров, действующих на гильзу и инструмент.

2. Определены оптимальные геометрические параметры прошивного инструмента, а именно прошивной оправки.

3. Модель может быть использована для определения оптимальных настроечных параметров процесса прошивки и для определения оптимальной геометрии прошивного инструмента.