

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАБОЧЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРОШИВНОГО СТАНА

В. Н. Ковалев

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

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

Получение гильз или полых трубных заготовок является первой прокатной операцией в технологии получения горячекатаных бесшовных труб. В современном трубопрокатном производстве существуют нерешенные проблемы, связанные с низкой стойкостью прошивного инструмента и с нестабильными качественными показателями получаемых гильз. Проблемы вызваны повышенными механическими и термическими нагрузками в очаге деформации.

Цель работы: получение стабильно высокой износостойкости рабочего инструмента прошивного стана при прошивке заготовок из углеродистых и легированных сталей.

Для решения этих проблем используются следующие подходы или методологии решения:

1. Экспериментальная обработка разных вариантов режимов прошивки на прошивном стане с целью опытного определения оптимальных параметров, повышающих стойкость инструмента и качество гильз. Такой подход можно назвать натуральным экспериментом.

2. Аналитическое определение оптимальных режимов прошивки с помощью известных теоретических, эмпирических зависимостей.

3. Построение адекватных численных моделей процесса с помощью компьютерных вычислений на основе математических зависимостей реологии упругой и пластической деформации металлов. Выполнение виртуальных экспериментов и определение оптимальных решений для параметров прошивки.

Наиболее оптимальный – третий подход к решению поставленной задачи, так как является менее затратным и точным.

В настоящее время наиболее применяемой оправкой при производстве труб из заготовки Ø 140 мм является оправка Ø 120 мм. Это связано с тем, что большей частью производимого сортамента являются трубы с тонкой стенкой, и ее невысокая средняя стойкость – 100 условных прошивок. В связи с этим для замены оправки Ø 120 мм, получения стенки гильзы от 9,4 до 11,3 мм была разработана оправка Ø118 мм.

Для расчета оправки Ø118 мм 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.

В качестве объекта моделирования были взяты три варианта прошивных оправок (табл. 1).

Каждая оправка показала различное поведение в промышленных условиях. В первом случае не происходил захват заготовки (оправка № 1), во втором случае процесс прошивки проходил успешно (оправка № 2), по двум данным оправкам можно судить о адекватности построенной численной модели. Оправка № 3 является опытным образцом, еще не реализованным в промышленных условиях.

Таблица 1

Геометрические параметры прошивных оправок

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

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

При численном моделировании у процесса с оправкой № 1 не произошел захват заготовки, точно так же как и в промышленных условиях.

При сравнение значений фактических и расчетных нагрузок на валки процесса прошивки с оправкой № 2 погрешность составила не более 3 %.

**Сравнение расчетных и фактических значений
геометрических параметров прокатки**

Расчетные и фактические значения геометрических параметров прокатки	Толщина стенки, мм	Внутренний диаметр гильзы, мм	Наружный диаметр гильзы, мм
Фактические значения	10,75–11,5	138,75–139,5	149,5–151
Расчетные значения	11,3	138,7	150

Ниже представлен график сравнения усилий, действующих на прошивную оправку. В направлении оси X (рис. 6, *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. 1, *б*), и в направлении оси Z – на направляющие диски (рис. 1, *в*).

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

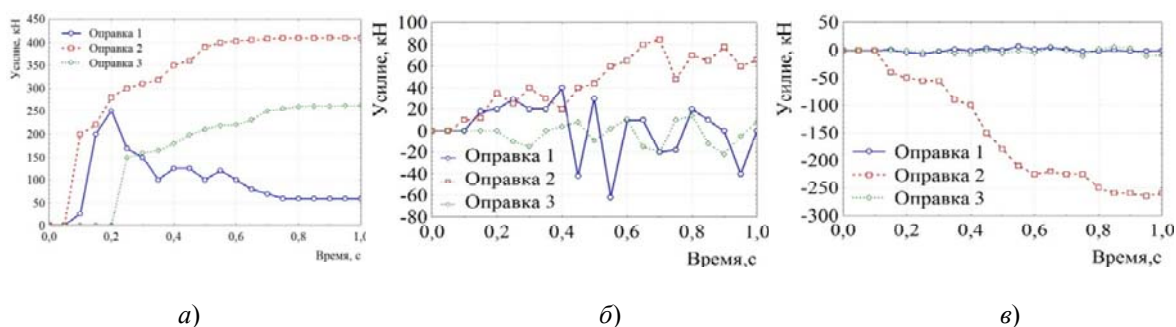


Рис. 1. График усилий, действующих на оправку:
а – усилие по оси X ; *б* – усилие по оси Y ; *в* – усилие по оси Z

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

Также построенная модель позволят получить результаты по нагреву заготовки и прошивной оправки. Так как одним из характерных видов износа является оплавление носика, был изучен процесс нагрева оправки в процессе получения полости в заготовке. Температура во всех случаях увеличивается экспоненциально. На рис. 2, *а* изображены графики увеличения температуры прошивных оправок № 2 и 3, анализируя их, можно увидеть, что в случае применения оправки № 3, нагрев ее происходит более медленно. Были определены законы увеличения температуры для каждого конкретного случая и построены графики (рис. 2, *б*), на которых отображены увеличения температуры за весь цикл прошивки, и отчетливо видно, что увеличение температуры у оправки № 3 ниже.

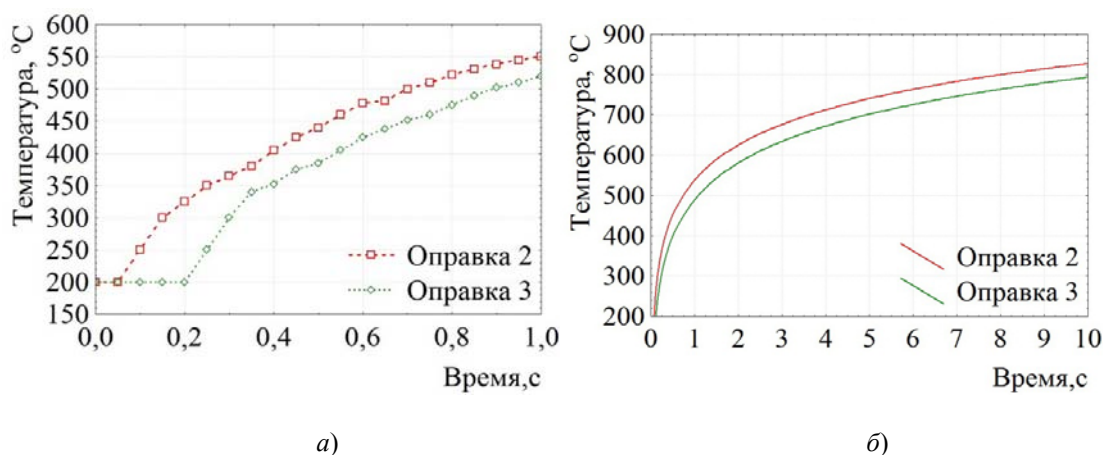


Рис. 2. Графики изменения температуры прошивных оправок:
 а – увеличение температуры оправки во время прошивки;
 б – увеличение температуры оправки за весь цикл прошивки

На основании полученных расчетных 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.

В феврале 2014 г. проведено испытание оправок прошивного стана Ø 118 мм в ТПЦ ОАО «БМЗ» (рис. 3). Таким образом, промышленный эксперимент подтвердил расчетные данные. Результат исследований внедрен на данном предприятии.

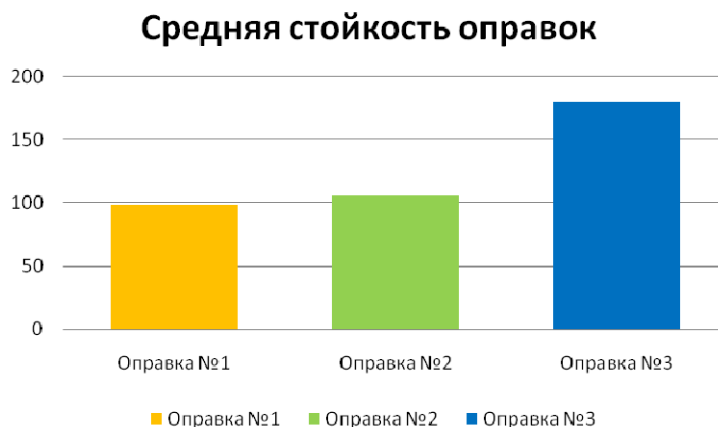


Рис. 3. Результаты промышленных испытаний