

К ВОПРОСУ РАЦИОНАЛЬНОЙ ФОРМЫ ОПРАВОК ДЛЯ ПРОШИВКИ ЗАГОТОВОК В КОСОВАЛКОВОМ СТАНЕ ДИШЕРА

Ю. Л. Герасимов

ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин,
Республика Беларусь

Научный руководитель Ю. Л. Бобарикин

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

Профиль прошивной оправки в сочетании с заданной калибровкой валков, а также установка оправок в очаге деформации прошивного стана оказывает основное влияние на распределение обжатий в зоне деформации, стойкость оправок, получение требуемых геометрических размеров гильз и состояние их внутренней поверхности.

В настоящее время нет общего мнения о рациональной форме оправки. Так, известны оправки с коническими, сферическими рабочими участками, а также с профилем, очерченным специальной кривой [6]. Водоохлаждаемые сферические оправки, применяемые на прошивном стане ТПА 20-168 ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» (далее – ТПА 20-168), как правило, состоят из следующих участков (рис. 1): носок l_n (может отсутствовать); рабочий конус $l_{раб}$; калибрующий участок или конус поперечной раскатки l_k ; цилиндрический поясок $l_{ц}$; обратный конус $l_{о.к}$ и хвостовая часть $l_{х.ч}$.

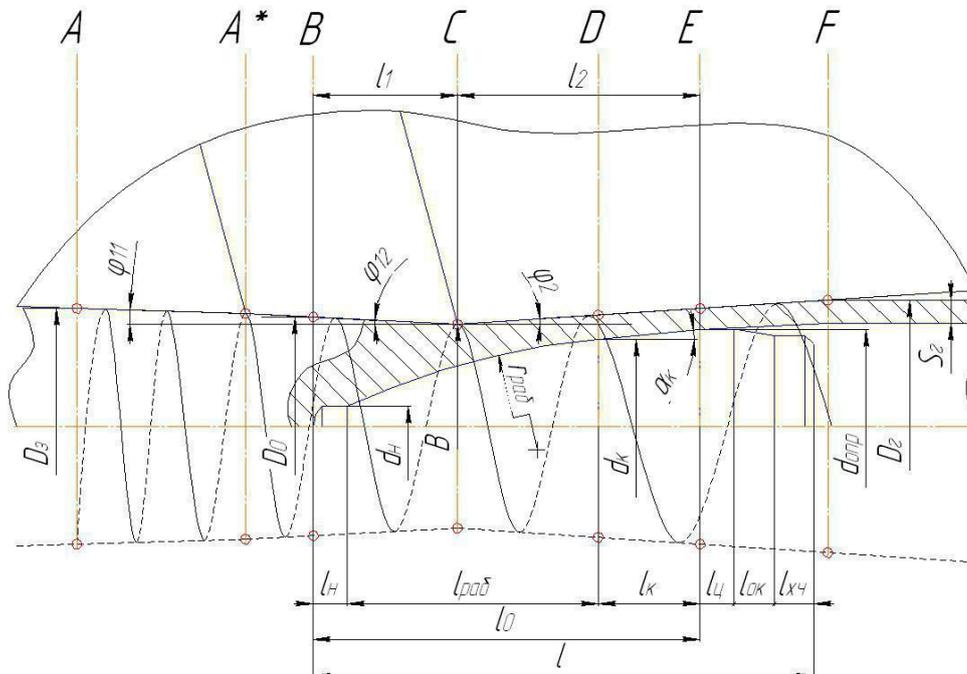


Рис. 1. Схема для расчета калибровки оправки и настройки прошивного стана ТПА 20-168 с указанием винтового движения заготовки-гильзы [3] и характерных сечений очага деформации: A – вход заготовки в валки; A^* – начало участка повышенного обжатия; B – носок оправки; C – пережим валков; D, E – начало и конец калибрующего участка; F – выход гильзы из валков

Общая длина оправки:

$$l = l_n + l_{\text{раб}} + l_k + l_{\text{ц}} + l_{\text{о.к}} + l_{\text{х.ч}}.$$

Длина оправки, участвующая в деформации:

$$l_0 = l_n + l_{\text{раб}} + l_k, \text{ или } l_0 = l_1 + l_2.$$

Для предварительных расчетов (в двухмерной постановке) используют следующие зависимости для расчета длины оправки и ее расположения в очаге деформации.

Обжатие перед носком оправки:

$$u_0 = \frac{D_3 - D_0}{D_3} 100 \% = \frac{D_3 - (B + 2 \cdot l_1 \cdot \text{tg}\varphi_{12})}{D_3} 100 \%.$$

Расстояние между валками в пережиме определяется обжатием в пережиме:

$$B = D_3 \left(1 - \frac{u_{\text{п}}}{100} \right).$$

Область существующих режимов, согласно данным заводских таблиц прокатки (рис. 2, позиция 1), свидетельствует о значительном разбросе значений обжатий u_0 (от 7 до 10 %) и $u_{\text{п}}$ (от 11 до 16 %). Область режимов, допускаемых по таблицам прокатки (рис. 2, позиция 2), включает недопустимо высокие обжатия: u_0 – до 12 %; $u_{\text{п}}$ – до 17 %.

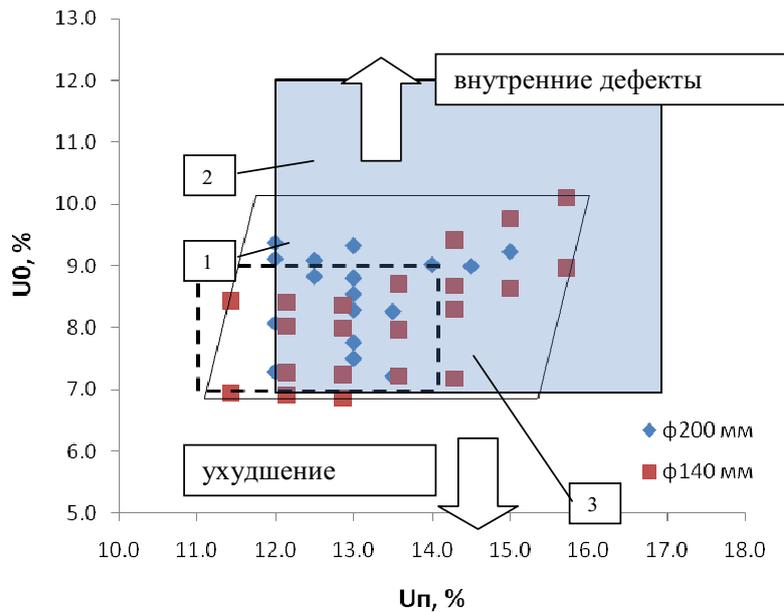


Рис. 2. Режимы прошивки для катаных заготовок диаметром 140 мм и НЛЗ диаметром 200 мм прошивного стана ТПА 20-168: 1 – фактические заводские режимы; 2 – заводские режимы, допускаемые по таблицам прокатки; 3 – предлагаемые режимы

Несмотря на стабилизацию условий захвата заготовки, использование таких высоких обжатий не всегда рационально. Например, в [7] показано, что увеличение обжатий u_0 и u_n способствует росту удельных усилий на оправке, что повышает склонность оправки к износу. Режим деформации заготовок из углеродистых и низколегированных сталей, применяемых на ТПА 20-168, должен соответствовать общепринятым рекомендациям [1], [2], обеспечивающим оптимальные условия прошивки и снижение дефектообразования на поверхности гильз (рис. 2, позиция 3). Также стоит отметить, что заводские режимы обжатий являются общими как для катаных, так и для непрерывнолитых заготовок (НЛЗ), различающиеся по своей пластичности.

Длина оправки в конусе раскатки:

$$l_2 = \frac{d_{\text{опр}} + 2 \cdot S_r - B}{2 \cdot \text{tg}\varphi_2}.$$

Выдвижение оправки за пережим валков выбирается по условиям первичного и вторичного захвата заготовки (для обеспечения заданных значений u_0 при выбранных значениях u_n):

$$l_1 = \frac{d_3 + (u_n - u_0)}{2 \cdot \text{tg}\varphi_{12} \cdot 100}.$$

Калибровку оправки удобно охарактеризовать эмпирическими соотношениями (см. таблицу), показывающими отношение размеров основных участков к диаметру оправки. Длина рабочей части оправки (рис. 1) характеризуется отношением ее длины к диаметру оправки ($l_{\text{раб}}/d_{\text{опр}}$). Чем больше это отношение, тем ниже осевое скольжение металла и более равномерно распределено обжатие по длине оправки, следовательно, должна быть выше ее стойкость [5]. В целом длина оправки зависит от материала заготовки и калибровки валков. На осевое сопротивление оправки также влияет криволинейность профиля рабочего участка $r_{\text{раб}}/d_{\text{опр}}$. Угол калибрующего участка оправки α_k и его длина $l_k/d_{\text{опр}}$ влияют на условия скольжения металла в очаге деформации. Для стабилизации геометрических параметров гильзы и улучшения условий раскатки длина l_k должна соответствовать 1,5–2,0 полуоборотам гильзы, а угол α_k должен на 1,0–1,5° превышать угол конусности участка поперечной раскатки валка.

С 2010 по 2016 г. калибровки прошивных оправок претерпели значительные изменения, что поспособствовало увеличению их стойкости (см. таблицу). В основном это связано с применением внутреннего охлаждения оправок, интенсифицирующего теплоотвод от металла оправки в ходе прошивки, и совершенствованием профиля выходного конуса валков стана (использование меньшего угла конусности) в целях снижения деформационной нагрузки, воспринимаемых оправкой и валками по длине их рабочих поверхностей. Анализ таблицы показывает, что основные изменения в калибровке затронули оправки для прошивки катаных заготовок диаметром 140 мм. Наблюдается тенденция к увеличению длин оправок $l_{\text{раб}}/d_{\text{опр}}$, $l_0/d_{\text{опр}}$ и $l/d_{\text{опр}}$, что с одной стороны, должно способствовать увеличению стойкости оправок и скорости прошивки вследствие уменьшения осевого сопротивления и увеличения коэф-

фициента осевой скорости. Однако, с другой стороны чрезмерно большая длина оправки может привести к закату в заднем конце гильзы из-за недостатка тянущих сил трения в конце цикла прошивки. Применение широкого диапазона радиусов рабочего участка $r_{\text{раб}}/d_{\text{опр}}$ и углов конусности калибрующего участка α_k не соответствует общепринятым рекомендациям, что свидетельствует о необходимости усовершенствования нормалей заводских оправок.

Изменения геометрических параметров оправок прошивного стана

Наименование параметра	катаная заготовка диаметром 140 мм	НЛЗ диаметром 200 мм	катаная заготовка диаметром 140 мм	НЛЗ диаметром 200 мм
	2010 г.		2016 г.	
Диаметр оправки $d_{\text{опр}}$	116–96 мм	164–134 мм	120–98 мм	175–154 мм
Профиль рабочего конуса	Сферический рабочий конус радиусом $r_{\text{раб}}$ плавно сопряженный с калибрующим участком оправки l_k			
Длина рабочего конуса $l_{\text{раб}}/d_{\text{опр}}$	1,1–1,2	1,0–1,1	1,2–1,5	0,9–1,2
Радиус рабочего конуса $r_{\text{раб}}/d_{\text{опр}}$	2,5–3,1	2,1–2,8	2,5–5,4	1,9–2,8
Длина калибрующего участка $l_k/d_{\text{опр}}$	0,6–0,8	0,6–0,8	0,5–0,7	0,6–0,7
Угол калибрующего участка α_k	4°40'–4°48'	4°37'–4°55'	3°36'–5°	3°36'–5°
	Для угла выходного конуса вала $\varphi_2 = 4°30'$		Для угла выходного конуса вала $\varphi_2 = 3°48'$	
Длина оправки, участвующая в деформации $l_0/d_{\text{опр}}$	1,7–1,9	1,6–1,9	1,8–2,2	1,5–1,9
Общая длина оправки $l/d_{\text{опр}}$	1,9–2,3	1,9–2,3	2,3–2,8	2,0–2,5
Стойкость, прошивок/оправку	< 100 (нестабильные геометрические размеры гильзы)		132–270	62–258

Предлагаемый подход к проектированию калибровок оправок прошивного стана – учет особенностей процесса поперечно-винтовой прокатки на основе параметров циклического формоизменения, как это показано в [4].

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

Выявлено несовершенство режимов обжатий трубной заготовки и калибровок оправок прошивного стана ТПА 20-168 ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК».

Предложено проектирование калибровок оправок прошивного стана на основе комплексного учета параметров циклического формоизменения при поперечно-винтовой прокатке.

Л и т е р а т у р а

1. Технология производства труб / Н. И. Потапов [и др.]. – М. : Металлургия, 1994. – 528 с.
2. Данилов, Ф. А. Горячая прокатка и прессование труб / Ф. А. Данилов, А. З. Глейберг, В. Г. Балакин. – М. : Металлургия, 1972. – 576 с.
3. Емельяненко, П. Т. Теория кривой и пилигримовой прокатки / П. Т. Емельяненко. – М. : Metallurgizdat, 1949. – 491 с.
4. Освоение современной технологии производства труб из непрерывнолитых заготовок в ОАО СТЗ / В. А. Топоров [и др.] // Черная металлургия. – 2013. – № 11. – С. 50–56.
5. Анализ стойкости оправок на прошивном стане Дишера / А. В. Король [и др.] // Сталь. – 2011. – № 2. – С. 59–61.
6. Исследование винтовой прокатки при прошивке заготовок / В. А. Топоров [и др.] // Сталь. – 2014. – № 6. – С. 63–66.
7. Вавилкин, Н. М. Исследование силовых условий работы оправок при прошивке в стане винтовой прокатки / Н. М. Вавилкин, В. А. Попов, А. М. Степашин // Изв. вузов. Черная металлургия. – 1992. – № 7. – С. 36–39.