



УДК 669.

Поступила 10.04.2017

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАЛИБРОВКИ ГРИБОВИДНЫХ ВАЛКОВ
ПРОШИВНОГО СТАНА ТРУБОПРОКАТНОГО ЦЕХА****IMPROVEMENT OF CALIBRATION OF CONE-SHAPED ROLLS
OF THE PIERCING MILL OF THE PIPE-ROLLING SHOP**

В. С. КОРОВИН, А. Н. ШАШКОВ, О. И. КОМ, А. Г. ЩЕГЛОВ, С. В. АВДЕЕВ, Ю. Л. ГЕРАСИМОВ,
ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», г. Жлобин, Гомельская обл., Беларусь,
ул. Промышленная, 37. E-mail: ugpt.tpc@bmz.gomel.by,

Ю. Л. БОБАРИКИН, Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого,
г. Гомель, Беларусь, пр. Октября, 48. E-mail: bobarikin@tut.by

V. S. KOROVIN, A. N. SHASHKOV, O. I. KOM, A. G. SCHEGLOV, S. V. AVDEEV, Yu. L. GERASIMOV,
OJSC «BSW – Management Company of Holding «BMC», Zhlobin city, Gomel region, Belarus, 37,
Promyshlennaya str. E-mail: ugpt.tpc@bmz.gomel.by,

Yu. L. BOBARIKIN, Gomel State Technical University named after P. O. Sukhoj, Gomel, Belarus, 48,
Oktyabrya ave. E-mail: bobarikin@tut.by

Рассматриваются увеличение эксплуатационной стойкости технологического инструмента прошивного стана трубопрокатного цеха и снижение дефектности готовых труб за счет совершенствования калибровки грибовидных валков. Определено повышение стойкости прошивных оправок в 1,3–4,3 раза при использовании калибровки грибовидных валков с меньшим углом выходного конуса. Установлено улучшение качества наружной поверхности труб за счет применения опытной кольцевой калибровки валков. Показано, что данная калибровка требует больших затрат энергии при прошивке.

The increase in operational durability of the technological tools of the piercing mill in the pipe-rolling shop and decrease in deficiency of produced pipes due to improvement of calibration of cone-shaped rolls is considered in the article. Increase in durability the piercing mandrels is evaluated as 1,3–4,3 times when using calibration of cone-shaped rolls with a smaller corner of an output cone. Improvement of quality of external surface of produced pipes was made due to application of experimental ring calibration of rolls. It is shown that this calibration demands big expenses of energy at the piercing.

Ключевые слова. Косовалковый прошивной стан, грибовидные валки, углы конусности поверхности валка, численное моделирование прошивки, кольцевая калибровка валков, энергоемкость прошивки.

Keywords. Rotary piercer, cone-shaped rolls, corners of taper of a surface of a roll, numerical modeling of the piercing, ring calibration of rolls, power consumption of piercing.

Косовалковый прошивной стан Дишера трубопрокатного цеха (ТПЦ) ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» предназначен для выполнения процесса прошивки заготовок на удерживаемой в очаге деформации короткой оправке. Стан оборудован двумя грибовидными валками, имеющими пережим, входной и выходной конусы, и дисковыми приводными проводками (дисками Дишера) (рис. 1, а).

Из теории и практики трубопрокатного производства известно, что калибровка валков оказывает непосредственное влияние на обжатия в очаге деформации, качество наружной поверхности и геометрические размеры получаемых гильз.

На входном конусе происходит обжатие заготовки по диаметру и подготовка металла перед прошивкой на оправке. Согласно [1], чаще всего используют угол входного конуса валков 3–4°. В ТПЦ для обеспечения устойчивости заготовки в валках и уменьшения вероятности образования трещин в сердцевине металла применяется двухконусная калибровка входного конуса валков. Причем первый захватный участок выполнен с малым углом конусности ($\alpha_{п1} = 1-3^\circ$) (рис. 1, б), а второй обжимной – с большим углом конусности ($\alpha_{п2} = 3-6^\circ$). Также для улучшения условий захвата и уменьшения осевого скольже-

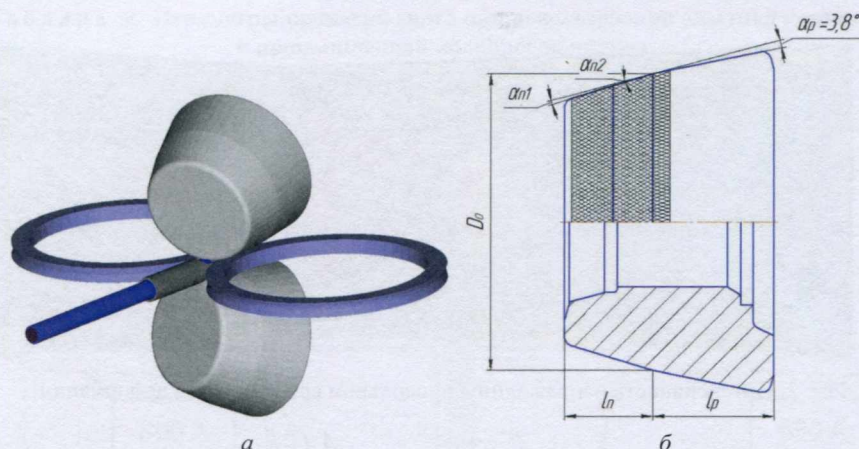


Рис. 1. Геометрическая модель процесса прошивки (а) и профиль грибовидного вала (б)

ния заготовки на входном конусе выполняется косая сетчатая накатка (рис. 1, б). На выходном конусе осуществляется раскатка стенки гильзы на оправке. Как правило, угол выходного конуса $\alpha_p = 3,5-6,0^\circ$ и зависит от соотношения диаметра гильзы и расстояния между валками в пережиме [1].

Существующая калибровка прошивных валков не обеспечивает увеличение эксплуатационной стойкости технологического инструмента и снижение дефектности готовой трубной продукции. В связи с этим определение рациональной геометрии валков прошивного стана, направленной на решение указанной цели, представляет собой актуальную задачу.

Цель работы – увеличение эксплуатационной стойкости технологического инструмента прошивного стана и снижение дефектности готовой трубной продукции за счет совершенствования рабочей калибровки грибовидных валков.

Исследовательскую работу выполняли в два этапа.

На первом этапе проводили оптимизацию угла выходного конуса валков прошивного стана для снижения деформационной нагрузки, воспринимаемых оправкой и валками по длине их рабочих поверхностей [2].

Необходимость данного мероприятия была обусловлена относительно низкой стойкостью прошивных оправок.

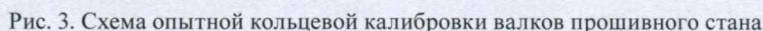
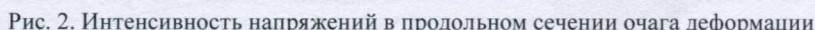
На основании анализа технической литературы [1, 3, 4] и моделирования процесса прошивки на адекватной конечно-элементной численной модели [5] предложено уменьшить угол выходного конуса валков α_p с $4,5$ до $3,8^\circ$ (рис. 1, б).

Согласно полученным данным, меньший угол выходного конуса удлиняет зону раскатки стенки на оправке и уменьшает подъем диаметра гильзы, что способствует получению гильзы с меньшей поперечной разностенностью и улучшению качества ее наружной поверхности. Из анализа численной модели процесса (рис. 2) следует, что усовершенствованная калибровка позволяет снизить усилия, действующие на инструмент, контактное давление и уменьшить интенсивность деформаций и напряжений при прошивке (табл. 1). Предположительно это должно способствовать увеличению износостойкости оправок прошивного стана.

Таблица 1. Результаты численного моделирования процесса прошивки

Исполнение выходного конуса валков	Стандартный $\alpha_p = 4,5^\circ$	Усовершенствованный $\alpha_p = 3,8^\circ$
Интенсивность напряжений max, МПа	127,3	117,4
Интенсивность деформаций max, мм/мм	15,08	13,57
Контактное давление max, МПа	487,7	463,3
Усилия, действующие на оправку max, кН	263	242
Усилия, действующие на валки max, кН	766	670
Усилия, действующие на диски Дишера max, кН	249	232

В ходе промышленных испытаний при использовании новой калибровки валков с углом выходного конуса $3,8^\circ$ стойкость оправок увеличилась в 1,3–4,3 раза, что дополнительно подтверждает адекватность численного моделирования.



Из рис. 4 видно, что при одинаковых угле подачи, коэффициенте вытяжки и угловой скорости дисков (табл. 2) опытная калибровка затрачивает больше энергии по сравнению с промышленной калибровкой. Данный вывод следует из того, что в установившемся режиме прокатки сила тока, измеряемая в элек-

Таблица 2. Параметры прокатки гильз при использовании опытной кольцевой и промышленной калибровок валков

Вид калибровки	Угловая скорость валков, об/мин	Угловая скорость дисков, об/мин	Коэффициент вытяжки μ	Угол подачи β , град	Коэффициент овализации ξ	Обжатие перед носком оправки $U_{но}$, %	Обжатие в пережиме валков $U_{п}$, %
Опытная	90	19	2,2	11	1,14	10,6	13,6
Промышленная	95	19	2,2	11	1,12	9,1	12,1

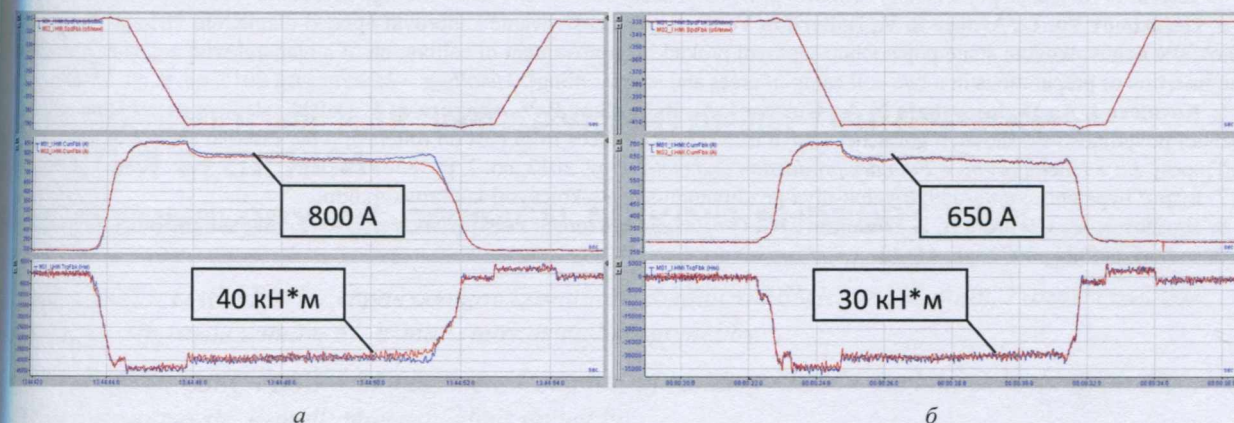


Рис. 4. Энергосиловые параметры работы электродвигателей привода валков прошивного стана при прошивке заготовок на опытной (а) и промышленной (б) калибровках грибовидных валков: верхние графики – угловая скорость, об/мин; средние – сила тока, А; нижние – момент на валу электродвигателя, Н·м

тродвигателях приводов валков, выше на 150 А или на 23%, а величина момента вращения на валу электродвигателя выше на 10 кН·м или на 33% для опытной калибровки по сравнению с промышленной. Повышение расхода энергии можно объяснить [8] уменьшением скорости вращения валков, и, что более значимо, увеличением обжатия перед носком оправки для опытной калибровки (табл. 2). Также большая энергоемкость процесса прошивки на валках опытной калибровки может быть связана с действием подпирющих усилий со стороны гребней и изменением условий скольжения металла относительно валков.

Выводы

1. В трубопрокатном цехе ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» проведена работа по апробированию новых калибровок валков прошивного стана.
2. С помощью численной модели процесса прошивки на косовалковом прошивном стане Дишера показана эффективность использования усовершенствованной калибровки грибовидных валков прошивного стана с углом выходного конуса валков, равным $3,8^\circ$: данная калибровка позволяет снизить усилия, действующие на инструмент, контактное давление и уменьшить интенсивность деформаций и напряжений при прошивке. Данные, полученные на численной модели, подтверждаются результатами промышленных испытаний: стойкость прошивных оправок увеличилась в 1,3–4,3 раза.
3. Использование кольцевой калибровки грибовидных валков прошивного стана позволяет осуществлять прошивку со стабильным захватом заготовки и получать готовые трубы с повышенными требованиями по качеству наружной поверхности. Однако промышленное применение такой калибровки может быть ограничено большей энергоемкостью процесса прошивки, что требует дальнейших исследований.

Литература

1. Шевакин Ю. Ф., Глейберг А. З. Производство труб. М.: Металлургия, 1968. 440 с.
2. Венгура А. В., Авдеев С. В., Агафонов С. В., Ковалев В. Н. Увеличение эксплуатационной стойкости технологического инструмента прошивного стана трубопрокатного цеха // Литье и металлургия. 2013. № 4. С. 94–98.
3. Потапов И. Н., Полухин П. И. Технология винтовой прокатки. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Металлургия, 1990. 334 с.
4. Тетерин П. К. Теория поперечной и винтовой прокатки. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Металлургия, 1983. 270 с.
5. Герасимов Ю. Л., Авдеев С. В., Бобарикин Ю. Л. Совершенствование калибровки оправки диаметром 120 мм для прошивки заготовок в двухвалковом стане поперечно-винтовой прокатки // Металлург. 2015. № 9. С. 62–65.
6. Ковалева И. А., Ходосовская Н. А., Гузова И. А., Бабаньков П. В., Венгура А. В. Дефект «следы от насечки на валках» на наружной поверхности бесшовных горячекатаных труб // Литье и металлургия. 2012. № 2. С. 85–87.
7. <http://bypatents.com/3-u8926-valok-dlya-proshivnogo-stana-s-kolcevoj-kalibrovkoj.html>.
8. Данилов Ф. А., Глейберг А. З., Балакин В. Г. Горячая прокатка и прессование труб. М.: Металлургия, 1972. С. 41–42.