

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Полоцкий государственный университет  
имени Евфросинии Полоцкой»

**С. В. Пилипенко**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ  
ХОЛОДНОЙ ПИЛЬГЕРНОЙ ПРОКАТКИ ТРУБ**

Новополоцк  
Полоцкий государственный университет  
имени Евфросинии Полоцкой  
2022

## СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ, ТЕРМИНОВ И ОБОЗНАЧЕНИЙ .....	5
ВВЕДЕНИЕ .....	12
<b>Глава 1</b>	
<b>ГОРЯЧАЯ ПИЛЬГЕРНАЯ ПРОКАТКА .....</b>	<b>13</b>
1.1 Особенности деформации металла при горячей пильгерной прокатке .....	13
1.2 Кинематика мгновенного очага деформации стана горячей пильгерной прокатки .....	27
1.3 Технологический инструмент пильгерного стана .....	31
<b>Глава 2</b>	
<b>ХОЛОДНАЯ ПИЛЬГЕРНАЯ ПРОКАТКА .....</b>	<b>36</b>
2.1 Особенности процесса холодной пильгерной прокатки труб .....	36
2.2 Напряженно-деформированное состояние металла при холодной прокатке труб .....	43
2.3 Определение величины обжатия вдоль конуса деформации станом пильгерной прокатки труб .....	45
2.4 Величина частных деформаций и число циклов обжатия .....	64
2.5 Параметры мгновенного очага деформации при пильгерной прокатке .....	72
<b>Глава 3</b>	
<b>КИНЕМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЕФОРМАЦИИ .....</b>	<b>80</b>
3.1 Кинематика движения клетки стана холодной пильгерной прокатки труб .....	80
3.2 Определение катающего радиуса при холодной пильгерной прокатке труб .....	84
3.3 Оптимизация кинематических условий деформации в станах с приводом движения клетки через рычажную систему .....	102
3.4 Обзор конструкций станом ХПТ, разработанных с целью оптимизации кинематических условий деформации .....	119
3.5 Методы определения величины критического угла .....	123
<b>Глава 4</b>	
<b>РАЗВАЛКА КАЛИБРА СТАНОМ ХПТ .....</b>	<b>127</b>
4.1 Развалка как параметр, обеспечивающий необходимое прохождение процесса ХПТ .....	127
4.2 Расчет ширины ручья калибра стана ХПТ .....	132
<b>Глава 5</b>	
<b>КАЛИБРОВКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА .....</b>	<b>135</b>
5.1 Общие положения .....	135
5.2 Особенности расчета калибровки по методу МИСиС .....	143
5.2.1 Расчет толщины стенки в контрольных сечениях конуса деформации по методу МИСиС .....	143
5.2.2 Общие положения к выбору размеров заготовки .....	144
5.2.3 Общие положения к определению конусности оправки .....	145
5.2.4 Общие положения к расчету оптимальной величины линейного смещения металла .....	146
5.2.5 Общие положения к определению длины участков рабочей части ручья .....	148
5.3 Энергосиловые параметры процесса прокатки .....	156
5.4 Режим деформации с предварительно заданным распределением величины развалки калибра .....	170

<b>Глава 6</b>	
<b>КАЛИБРОВКА РАБОЧЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОПРАВОК С КРИВОЛИНЕЙНОЙ ОБРАЗУЮЩЕЙ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ .....</b>	<b>180</b>
6.1 Расчет параметров процесса ХПТ с применением оправок с криволинейной образующей формы рабочей поверхности .....	180
6.2 Расчет параметров процесса ХПТ с компенсацией теплового искажения поперечной формы ручья калибра .....	194
<b>Глава 7</b>	
<b>ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОСТРУКТУРОЙ МЕТАЛЛА ПРИ ХОЛОДНОЙ ПИЛЬГЕРНОЙ ПРОКАТКЕ ТРУБ .....</b>	<b>204</b>
7.1 Влияние $Q$ -фактора на микроструктуру труб с гексагональной Плотнупакованной решеткой металла .....	204
7.2 Влияние параметров калибровки инструмента станы ХПТ на распределение $Q$ -фактора вдоль конуса деформации .....	209
<b>Глава 8</b>	
<b>ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ПРОЦЕССА ХОЛОДНОЙ ПИЛЬГЕРНОЙ ПРОКАТКИ НА ТОЧНОСТЬ ТРУБ .....</b>	<b>220</b>
8.1 Зависимости, позволяющие прогнозировать изменение разностенности Трубы в входе холодной пильгерной прокатки .....	220
8.2 Влияние параметров процесса ХПТ на точность труб .....	221
<b>Глава 9</b>	
<b>РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА РАСЧЕТА КАЛИБРОВКИ СТАНА ХПТ В ТАБЛИЧНОМ РЕДАКТОРЕ EXCEL .....</b>	<b>257</b>
9.1 Расчет калибровки стана ХПТ с применением конусной оправки, реализованный в табличном редакторе Excel .....	257
9.2 Расчет калибровки стана ХПТ с применением оправки с криволинейной образующей, реализованный в табличном редакторе Excel .....	266
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>269</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>274</b>