

В. К. СМЕРНОВ, В. А. ШИЛОВ,
Ю. В. ИНАТОВИЧ

**КАЛИБРОВКА
ПРОКАТНЫХ
ВАЛКОВ**

«Теплотехник»

Виталий Кузьмич СМИРНОВ
Владислав Александрович ШИЛОВ
Юрий Владимирович ИНАТОВИЧ

КАЛИБРОВКА ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ

Издание второе, переработанное и дополненное

Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области металлургии в качестве
учебного пособия для студентов высших учебных
заведений, обучающихся по направлению «Металлургия»



«Теплотехник»
Москва, 2010

УДК 621.771.078

Рецензенты:

Кафедра «Обработка металлов давлением» ЮУрГУ
(зав. кафедрой проф., докт. техн. наук Дукмасов В.Г.)
Зав. кафедрой пластической обработки металлов СПбГПУ
член-корреспондент РАН, проф., докт. техн. наук Рудской А.И.

УДК 621.771.078

Калибровка прокатных валков. Смирнов В.К., Шилов В.А., Инатович Ю.В.
Учебное пособие для вузов. Издание 2-е переработанное и дополненное. М.: Теплотехник, 2010. – 490 с.

Изложены методы расчета калибровок валков для прокатки простых и фасонных профилей, разработанные на основе применения теории пластичности, статистических методов исследования и ЭВМ.

Приведены алгоритмы и примеры расчета рациональных калибровок валков и технологических режимов прокатки.

В отличие от опубликованных ранее учебных пособий, в настоящем пособии методика расчета калибровок валков рассматривается как система, включающая математические модели формоизменения металла, скоростных режимов прокатки, температурных и силовых условий деформирования.

Учебное пособие соответствует государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования № 2 тех/дс по направлению 651300 «Металлургия», специальности 150106 – Обработка металлов давлением, и предназначено для студентов, обучающихся по указанной специальности. Оно может быть полезно инженерно-техническим работникам предприятий металлургической и машиностроительной промышленности.

Ил. 219. Табл. 74. Библиогр. список: 30 назв.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	7
Глава 1.	
ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КАЛИБРОВКИ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ	9
1.1. Понятие калибра и калибровки	9
1.2. Виды и классификация калибров	9
1.3. Элементы калибра.....	12
1.4. Элементы калибровки валков.....	14
1.5. Калибровка валков как система.....	17
1.6. Определение температуры металла при прокатке	20
Глава 2.	
КАЛИБРОВКА ВАЛКОВ БЛЮМИНГА.....	22
2.1. Расчет режима обжатий	22
2.1.1. Максимальное обжатие.....	22
2.1.2. Среднее обжатие за проход и необходимое число проходов	30
2.1.3. Определение числа и порядка кантовок.....	31
2.1.4. Расчет уширения металла.....	32
2.1.5. Определение длины раската по проходам.....	33
2.2. Размеры калибров, способы их расположения на бочке валков. Составление эскиза валков	33
2.3. Алгоритм расчета режима обжатий.....	35
2.4. Пример расчета режима обжатий.....	36
2.5. Расчет скоростного режима прокатки	45
2.5.1. Трапецеидальная и треугольная схемы изменения частоты вращения валков... 45	
2.5.2. Рациональный режим скоростей.....	47
2.5.3. Паузы между проходами.....	49
2.5.4. Рациональные скорости выброса раската из валков и захвата раската валками	49
2.5.5. Рациональные ускорения и замедления вращения валков	51
2.6. Расчет динамического режима прокатки	52
2.7. Алгоритм расчета скоростного и динамического режимов прокатки	56
2.8. Пример расчета скоростного и динамического режимов прокатки.....	57
2.9. Особенности расчета режима прокатки слябов на блюминге.....	62
2.10. Приемы интенсификации прокатки на блюминге. Двухслитковая прокатка	64
Глава 3.	
КАЛИБРОВКА ВАЛКОВ ДЛЯ ПРОКАТКИ ПРОСТЫХ СОРТОВЫХ ПРОФИЛЕЙ	65
3.1. Сортамент профилей простой формы	65
3.2. Характеристика отдельных систем калибров	66
3.3. Геометрические соотношения в калибрах	71
3.4. Характеристика методов расчета формоизменения металла и энергосиловых параметров прокатки.....	76
3.5. Метод расчета формоизменения и энергосиловых параметров, основанный на применении вариационного принципа минимума полной мощности.....	79
3.5.1. Общая методика теоретического решения задач	79
3.5.2. Расчет формоизменения металла.....	86
3.5.3. Расчет энергосиловых параметров	100
3.6. Ограничения при прокатке в калибрах	106

3.6.1. Условия захвата металла валками и устойчивости раскатов.....	106
3.6.2. Скоростной режим прокатки	113
3.6.3. Прочность основного оборудования стана.....	114
3.6.4. Мощность электродвигателя привода рабочей клетки.....	115
3.7. Методика расчета рациональной калибровки валков.....	116
3.7.1. Расчет формоизменения металла при прокатке по схеме равноосное сечение–неравноосное сечение–равноосное сечение	117
3.7.2. Сравнение систем калибров по вытяжной способности.....	145
3.7.3. Сравнение систем калибров по энергосиловым параметрам	149
3.7.4. Критерии рациональной калибровки валков.....	152
3.7.5. Схемы калибровок валков и условия их применения.....	154
3.7.6. Особенности калибровки квадратной, круглой, шестигранной и полосовой стали	159
3.8. Алгоритм и примеры расчета калибровок валков непрерывных и последовательных станов.....	172
3.8.1. Исходные данные	173
3.8.2. Распределение коэффициентов вытяжки и расчет ориентировочного скоростного режима прокатки.....	173
3.8.3. Выбор систем калибров и составление схемы калибровки	175
3.8.4. Расчет формоизменения металла и температурного режима прокатки	175
3.8.5. Расчет энергосиловых параметров прокатки	176
3.8.6. Проверка ограничений и корректировка калибровки валков.....	176
3.8.7. Особенности расчета калибровки валков проектируемого стана	177
3.8.8. Пример расчета калибровки валков для прокатки круглой стали.....	178
3.8.9. Пример расчета калибровки валков для прокатки полосовой стали.....	192
3.9. Расчет рациональной калибровки валков линейных станов	198
3.9.1. Особенности калибровки валков обжимных и заготовочных клетей трио.....	198
3.9.2. Особенности расчета режима деформации металла в подготовительных и чистовых линиях.....	202
3.9.3. Расчет и построение графика Адамецкого	203
3.9.4. Построение нагрузочной диаграммы главных линий стана и проверка ограничений.....	220
3.9.5. Алгоритм расчета калибровок валков линейных станов	222
3.9.6. Пример расчета калибровки валков линейного стана.....	223

Глава 4.

КАЛИБРОВКА ВАЛКОВ ДЛЯ ПРОКАТКИ

ФАСОННЫХ ПРОФИЛЕЙ.....	263
4.1. Калибровка валков для прокатки двутавровых профилей.....	263
4.1.1. Сортамент двутавровых профилей.....	263
4.1.2. Особенности прокатки двутавровых балок.....	264
4.1.3. Способы прокатки двутавровых балок.....	269
4.1.4. Методы расчета калибровок валков.....	277
4.1.5. Метод расчета калибровки валков по статистическим формулам.....	278
4.1.6. Ограничения при проектировании режимов деформации.....	282
4.1.7. Алгоритм расчета калибровки валков.....	287
4.1.8. Пример расчета калибровки валков для прокатки двутавровой балки №16.....	290
4.2. Калибровка валков для прокатки швеллеров.....	304
4.2.1. Сортамент швеллеров.....	304
4.2.2. Способы прокатки швеллеров.....	305
4.2.3. Методы расчета калибровки валков.....	309

4.2.4. Метод расчета калибровки валков по статистическим формулам.....	311
4.2.5. Алгоритм расчета калибровки валков.....	316
4.2.6. Пример расчета калибровки валков для прокатки швеллера №16П.....	320
4.3. Калибровка валков для прокатки угловой стали.....	330
4.3.1. Сортамент угловой стали.....	330
4.3.2. Способы прокатки угловой стали.....	331
4.3.3. Методы расчета калибровок валков.....	334
4.3.4. Метод расчета калибровок валков по статистическим формулам.....	336
4.3.5. Геометрические соотношения в угловых калибрах.....	338
4.3.6. Ограничения режимов прокатки.....	340
4.3.7. Алгоритм расчета калибровок валков.....	341
4.3.8. Пример расчета калибровки валков для прокатки угловой стали №4.....	343
Глава 5.	
КАЛИБРОВКА ВАЛКОВ ДЛЯ ПРОКАТКИ ФАСОННЫХ ПРОФИЛЕЙ	
ОТРАСЛЕВОГО И СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	356
5.1. Калибровка валков для прокатки рельсов.....	356
5.1.1. Сортамент рельсов.....	356
5.1.2. Способы прокатки железнодорожных рельсов.....	357
5.1.3. Основные правила построения калибров.....	368
5.1.4. Методы расчета калибровки валков.....	372
5.1.5. Ограничения режимов деформации.....	377
5.1.6. Алгоритм расчета калибровок валков.....	380
5.1.7. Пример расчета калибровки валков для прокатки рельса Р65.....	386
5.2. Калибровка специальных профилей сложной формы.....	425
5.2.1. Сортамент и классификация профилей.....	425
5.2.2. Основные правила и приемы калибровки валков.....	428
5.2.3. Ограничения режимов прокатки фасонных профилей.....	435
5.2.4. Алгоритм проектирования калибровок валков для прокатки фасонных профилей.....	435
5.2.5. Пример проектирования калибровки валков для прокатки профиля подкладочной полосы КД-65.....	437
5.2.6. Пример проектирования калибровки валков для прокатки профиля СВПУ14а.....	452
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	469
Приложение 1.	
ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ	
СОПРОТИВЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИИ.....	471
Приложение 2.	
БЕЗРАЗМЕРНЫЕ НЕЗАВИСИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРИ	
ПРОКАТКЕ ПО РАЗЛИЧНЫМ СХЕМАМ.....	473
Приложение 3.	
НОМОГРАММЫ ДЛЯ РАСЧЕТА КАЛИБРОВОК ВАЛКОВ.....	474