

Друга частина роботи буде присвячена побудові математичної моделі процесу профілювання з урахуванням позаконтактної деформації полицки та переходом від полотна до полицки по певному радіусу R .

Список литературы: 1. Євстратов В.О., Коворотний Т. Л. Розроблення методики отримання якісних профілів з алюмінієвого сплаву АМц /Обработка материалов давлением. Сб. науч тр., №2 (21) – Краматорск: ДГМА, 2009. – с. 231-236, 2. Производство и применение гнутых профилей проката / Справочник под ред. И. С. Тришевского. – М.: Metallurgiya, 1975. – 536 С. 3. Гун Г.Я. Математическое моделирование процессов обработки металлов давлением. Учебное пособие для вузов. – М.: Metallurgiya, 1983. – 285 С.

Надійшла до редколегії 19.10.2012

УДК 621.73

Оптимізація процесу виготовлення гнутих профілів за критерієм хвилястості. Частина 1. / Коворотний Т. Л., Євстратов В. О., Остриков Д. В. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХП». – 2012. – №47(953). – С. 126–130. Бібліогр.: 3 назви.

Стаття посвящена аналізу формозмінення тонкостінного гнутого профіля. Показано, що використання навіть упрощеної моделі процесу формозмінення дозволяє оптимізувати процес по критерію волнистості K_x . Показано також, що таке упрощення, як лінійна залежність між кутом підгибки і координатою y , прийнята в першій частині, далеко не коректна. Тому в наступній частині буде проаналізована модель, в якій кут підгибки будемо визначати кубічною функцією.

Ключевые слова: гнутый профиль, критерий волнистости, кромка, полка, межклетьевое расстояние.

This article analyzes the forming of thin-walled curved profile. It is shown that the use of even a simplified model of the process gives the possibility to optimize the process of forming by waviness criterion K_x . We also show that this simplification (a linear relationship between the angle and hems coordinate y), which was adopted in the first part, is not correct. Therefore, in the next part we will analyze a model in which the angle of hem will determine the cubic function.

Keywords: spun profile waviness criterion, edge, shelf, the distance between the stands..

УДК 621.477

Ю. В. КОНОВАЛОВ, докт. техн. наук, проф., ДонНТУ, Донецк;
А. С. ХОХЛОВ, аспирант, ДонНТУ, Донецк

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ПРОКАТКИ НА СТАНАХ СТЕККЕЛЯ

Сделан анализ методик расчета энергосиловых параметров прокатки, выбраны две основные методики, которые подходят для условий стана Стеккеля, это методика А.И. Целикова и методика М.Я. Бровмана. Разработана новая методика расчета силы прокатки для стана Стеккеля, которая включает в себя расчет температуры по новой предложенной формуле проверенной экспериментом в промышленных условиях. Выполнено моделирование процесса прокатки для разных исходных данных.

Ключевые слова: прокатка, методика, расчет, стан Стеккеля, сила прокатки, скорость прокатки, температура.

Введение. Технологический процесс на одноклетевом стане Стеккеля состоит из нескольких этапов [1]: нагрев (подогрев) металла; прокатка в реверсивной клети кварто; подогрев металла в печной моталке; прокатка; принудительное охлаждение; смотка в рулон.

Процесс прокатки полосы на стане Стеккеля является сложным объектом моделирования и требует разработки математических моделей и соответствующие им алгоритмы, которые описывают тепловое и напряженно-деформированное состояние полосы и позволяют выбрать рациональные схемы технологического процесса.

Целью исследования является разработка математической модели и соответствующего ей алгоритма расчета.

© Ю. В. Коновалов, А. С. Хохлов, 2012

В настоящее время для расчета среднего удельного давления металла на валки, крутящего момента и опережения при горячей прокатке тонких полос обычно используют методики, в основу которых положено условие постоянства контактной силы трения по дуге захвата. Это методы А.И. Целикова, которая используется для расчета тонких полос, Р.Б. Симса, и др., а также методика М.Я. Бровмана, которая используется для расчета толстых листов.

Для расчета силы прокатки в привязке к стану Стеккеля нами разработан новый метод, который включает в себя элементы методик А.И. Целикова и М.Я. Бровмана.

Алгоритм программы расчета силы прокатки представлен на рисунке.

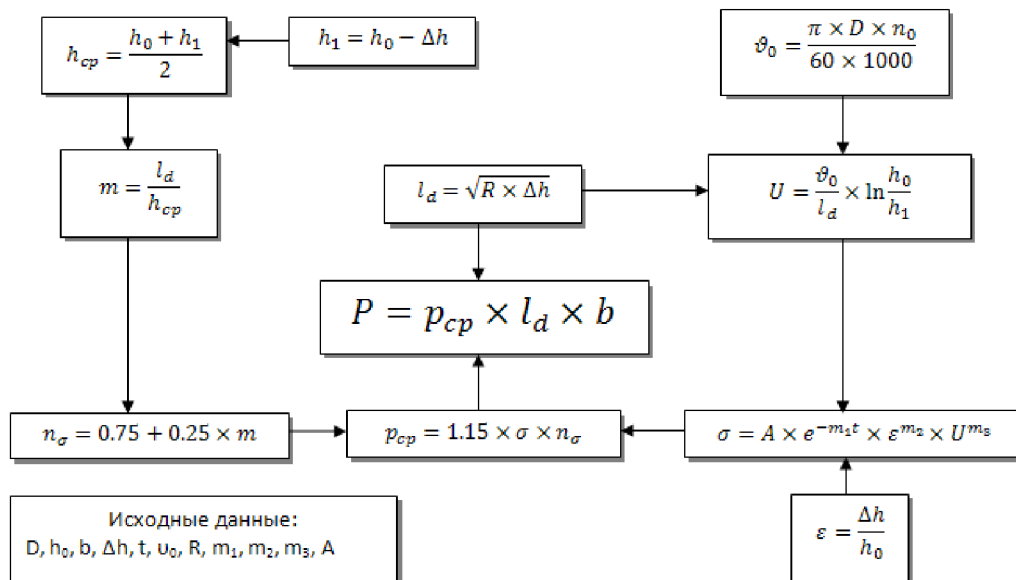


Рис. – Блок-схема расчета силы прокатки по разработанной методике

При расчете изменения температуры металла в обеих методиках А.И. Целикова и М.Я. Бровмана расчет ведется с помощью формулы Г.П. Иванцова, недостатком которой является то, что в ней не учитываются приход тепла за счет деформации, потери тепла от соприкосновения металла с валками и от охлаждающего действия воды попадающей на металл.

В связи с этим предложена новая формула [2], которая учитывает все перечисленные факторы и проверена экспериментом на промышленном прокатном стане.

$$\Delta t = k_B + \frac{k * (t_0 + 273) * \tau * v + 500}{h_1 * v} - 0,294 * p_{cp} * \lg\left(\frac{h_0}{h_1}\right) \quad (1)$$

где $k_p = 0,021$ – для углеродистых сталей;

$k_p = 0,019$ – для легированных сталей;

$k_B = 7,5$ – коэффициент учитывающий отдачу тепла валкам;

T_0 – начальная температура полосы, °С;

τ – время охлаждения полосы, с;

v – скорость прокатки, м/с;

p_{cp} – среднее нормальное контактное напряжение.

Разработана программа расчета по представленному на рисунке алгоритму, которая позволяет оценить влияние температурных и деформационных режимов на силу прокатки, а также влияние режимов деформации на температурные условия прокатки.

Результаты моделирования для подката сечением 50x1300 мм из углеродистой стали 45 при скорости прокатки 5 и 7 м/с представлены в табл. 1.

В таблице приняты условия, что относительные обжатия по проходам должны быть не более 50%, что обеспечивает не превышение максимальной допустимой силы прокатки равной 33,5 МН, а также температуру конца прокатки в требуемом диапазоне 860-920°C.

Таблица 1. Результаты расчета силы прокатки по предложенному методу для подката 50 мм

№прох	h ₀ ,мм	h ₁ ,мм	Δh,мм	ε	t ₁ , °C	t ₂ , °C	P,МН
При скорости прокатки, 5 м/с							
1	50	26	24	0,48	1000	994	28,66
2	26	14	12	0,46	991	993	25,05
3	14	7,3	6,7	0,48	988	995	24,41
4	7,3	3,8	3,5	0,48	986	996	23,14
5	3,8	2	1,8	0,47	978	991	22,22
6	2	1,2	0,8	0,40	957	954	17,93
7	1,2	0,8	0,4	0,33	899		15,82
При скорости прокатки, 7 м/с							
1	50	26	24	0,48	1000	997	30,07
2	26	14	12	0,46	995	999	26,04
3	14	7,3	6,7	0,48	995	1004	25,17
4	7,3	3,8	3,5	0,48	998	1012	23,55
5	3,8	2	1,8	0,47	999	1018	22,12
6	2	1,2	0,8	0,40	993	997	17,19
7	1,2	0,8	0,4	0,33	957		14,36
t ₁ и t ₂ – температуры входа полосы 1 в клеть и 2 в моталку							

При скорости 7 м/с температура конца прокатки 957°C не удовлетворяет температурным требованиям и превышает 920°C, следовательно такая полоса нуждается в последующем охлаждении на установке ускоренного охлаждения полосы.

Если повышать и дальше скорость прокатки для подката толщиной 50 мм, то температура после последнего прохода растет, это вызвано повышением температуры за счет тепла деформации. Отсюда следует вывод, что скорость прокатки для приведенных исходных данных должна быть не более 5 м/с.

Выполнен также расчет для подката сечением 30x1300 мм и углеродистой стали 45 при скорости прокатки 5 и 7 м/с. Результаты представлены в табл.2:

Таблица 2. Результаты расчета силы прокатки по предложенному методу для подката 30 мм

№прох	h ₀ ,мм	h ₁ ,мм	Δh,мм	ε	t _{0K} , C	t _{0M} , C	P,МН
При скорости прокатки, 5 м/с							
1	30	17	13	0,43	1000	988	23,19
2	17	10	7	0,41	984	983	20,80
3	10	6	4	0,40	976	975	19,17
4	6	3,5	2,5	0,42	963	966	19,89
5	3,5	2,1	1,4	0,40	946	948	18,92
6	2,1	1,3	0,8	0,38	914	914	18,67
7	1,3	0,8	0,5	0,38	861		21,33
При скорости прокатки, 7 м/с							
1	30	17	13	0,43	1000	993	24,33
2	17	10	7	0,41	990	990	21,52
3	10	6	4	0,40	985	987	19,64
4	6	3,5	2,5	0,42	978	986	20,08
5	3,5	2,1	1,4	0,40	971	978	18,65
6	2,1	1,3	0,8	0,38	953	959	17,77
7	1,3	0,8	0,5	0,38	920		19,32

Из таблицы видно, что рационально распределены обжатия по проходам исходя из максимально допустимой силы прокатки равной 33,5 МН и максимального обжатия за один проход 50%, а также температура конца прокатки удовлетворяет температурным требованиям в диапазоне 860-920°С.

Видно, что температура конца прокатки и при 5 и при 7 м/с удовлетворяет температурным требованиям в диапазоне 860-920°С и полоса не требует дополнительного охлаждения или термической обработки.

Вивод. В результате математического моделирования (с использованием разработанного метода) условий прокатки полос, для подкатов толщиной 50 и 30 мм и скоростей прокатки 5 и 7 м/с установлено, что при подкате 50 мм условие требуемого температурного диапазона 860-920°С выполняется при условии скорости прокатки не более 5 м/с, а для подката толщиной 30 мм целесообразно применение скоростей прокатки не более 7 м/с.

Список литературы: 1. *Матвеев Б.Н.* Совершенствование оборудования и расширение применения станов с моталками в печах за рубежом. // Черная металлургия. – №10. 2004. – С. 50-54. 2. *Коновалов Ю.В.* Пути решения температурной задачи прокатки моталками / Ю.В. Коновалов, А.С. Хохлов // Обработка материалов давлением : сборник научных трудов. – Краматорск : ДГМА, 2012. – №2(31) С.185-188. 3. *Третьяков А.В., Зюзин В.И.* Механические свойства металлов и сплавов при обработке давлением / М.: Металлургия. 1973. – 225 с. 4. *Матвеев Б.Н.* Применение станов с моталками в печах для производства толстых листов и широких полос. // Прокатное производство. – №6. 2000. – С. 10-15.

Надійшла до редколегії 16.10.2012

УДК 621.477

Математическое моделирование условий прокатки на станах стеккеля/ Коновалов Ю.В., Хохлов О.С. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2012. – №47(953). – С. 130-133. – Бібліогр.: 4 назви.

Зроблено аналіз методик розрахунку енергосилових параметрів прокатки, обрано 2 основні методики, які підходять для умов табору Стеккеля, це методика А.І. Целікова і методика М.Я. Бровмана. Розроблено нову методику розрахунку сили прокатки для стана Стеккеля, яка включає в себе розрахунок температури за новою запропонованою формулою перевіреною експериментом в промислових умовах. Виконано моделювання процесу прокатки для різних вихідних даних.

Ключові слова: прокатка, методика, розрахунок, стан Стеккеля, сила прокатки, швидкість прокатки, температура.

The paper made analysis methods for calculating energy-power parameters of rolling, selected two main methods that are appropriate for the conditions of Steckel mill, a technique of AI Tselikova and methods MJ Brovman. A new method of calculation of rolling force for Steckel mill, which includes the calculation of the temperature on the new proposed formula verified by experiment in an industrial environment. Been simulation of the rolling process for different input data.

Keywords: rolling, method, calculation, Steckel mill, rolling force, rolling speed, temperature.

УДК 621.771.07

Ю. В. КОНОВАЛОВ, докт. техн. наук, проф., ГВУЗ «ДонНТУ», Донецк
А. С. ПЕТРЕНКО, аспирант, ГВУЗ «ДонНТУ», Донецк

МЕЖКОНТАКТНЫЕ УСЛОВИЯ РАБОТЫ ОПОРНЫХ И РАБОЧИХ ВАЛКОВ С РАЗЛИЧНОЙ ДЛИНОЙ БОЧКИ НА ТОЛСТОЛИСТОВОМ РЕВЕРСИВНОМ СТАНЕ

Выполнена оценка возможности увеличения длины бочки рабочих валков действующих реверсивных толстолистовых станов без изменения длины бочки опорных валков и конструкции клетки. Осуществлено математическое моделирование деформации валкового узла системы рабочий-опорный валок четырехвалковой клетки. Установлено, что для условий стана 3000 ПАО «ММК им. Ильича» установка рабочих валков увеличенной длины возможна, что позволяет расширить сортамент стана.

Ключевые слова: валок, межконтактные условия, длина бочки валка, прогиб, профилировка.

© Ю. В. Коновалов, А. С. Петренко, 2012