

УДК 621.777

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ГОРЯЧЕЙ ЛИСТОВОЙ ПРОКАТКИ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Пряжникова И.Г., Болдин М.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Сидельников С.Б.

*Сибирский федеральный университет*

Листовой горячекатаный прокат находит широкое применение в различных отраслях промышленности. Его используют в приборостроении и электротехнике, в автомобилестроении и судостроении, в металлургии и нефтехимической промышленности. Он находит применение в холодильной технике, в строительстве линий электропередач, в электромашиностроении, химическом машиностроении и др. Спрос на листовую горячекатаный прокат из цветных металлов и сплавов с каждым годом растет.

При этом технический прогресс в области горячей прокатки цветных металлов характеризуется повышением качества прокатываемых изделий, которое обеспечивало бы наиболее эффективное использование металла потребителем. Одновременно снижается стоимость производственных затрат за счет повышения скорости прокатки, автоматизации технологических процессов и внедрения информационных технологий.

Обзор научно-технической литературы показал, что имеется программное обеспечение для расчета режимов обжатий при листовой прокатке. Однако оно разработано в основном для прокатки сталей и, кроме того, значения механических характеристик цветных металлов и их сплавов, необходимые для расчета режимов прокатки, не систематизированы, представлены в виде графиков и таблиц, что значительно повышает время проектирования.

Таким образом, имеется необходимость в создании такого программного продукта на базе уже имеющихся разработок, который позволял бы в автоматизированном и ручном режимах проектировать технологию горячей листовой прокатки цветных металлов и сплавов, и мог бы быть использован как в учебных, так и в производственных целях.

Программа расчета режима обжатий при прокатке цветных металлов и сплавов Rolling (рис. 1) была реализована в среде программирования Delphi и предназначена для операционных систем Windows, GNU/Linux, Mac OS X и Windows CE.



Рис. 1. Главное окно программы

Алгоритм программы представляет собой следующую последовательность действий:

- ввод исходных данных (характеристики прокатного стана, механические свойства и металла или сплава и др.);
- выбор способа расчета (автоматизированный или с участием пользователя);
- анализ результатов расчета, полученных в табличном виде;
- графическое представление результатов расчета.

В качестве исходных данных для расчета режимов обжатия прокатки используются справочные данные по сопротивлению металла деформации. Для автоматизации процесса проектирования проведена аппроксимация графиков зависимости сопротивления деформации от коэффициента вытяжки, температуры и скорости деформации. По этим данным были построены номограммы, а затем графическая информация (рис. 2) была представлена в виде цифровой с помощью программы Excel. С помощью специальной программы MathCAD была проведена аппроксимация и получено уравнение и коэффициенты ( $k_1 - k_9$ ) для расчета сопротивления деформации алюминия и его сплавов, меди и ее сплавов, а также никеля и медно-никелевых сплавов:

$$\sigma_s = k_9 * (T * \xi)^2 + k_1 * (\lambda * \xi) + k_2 * (\xi^2) + k_3 * (\xi) + k_4 * (T * \lambda) + k_5 * (\lambda^2) + k_6 * (\lambda) + k_7 + k_8 * (T) + k_9 * (T^2)$$

Погрешность в среднем не превысила 5-10 %, из чего можно сделать вывод, что использование аналитических выражений, полученных с помощью программы MathCAD, правомерно.

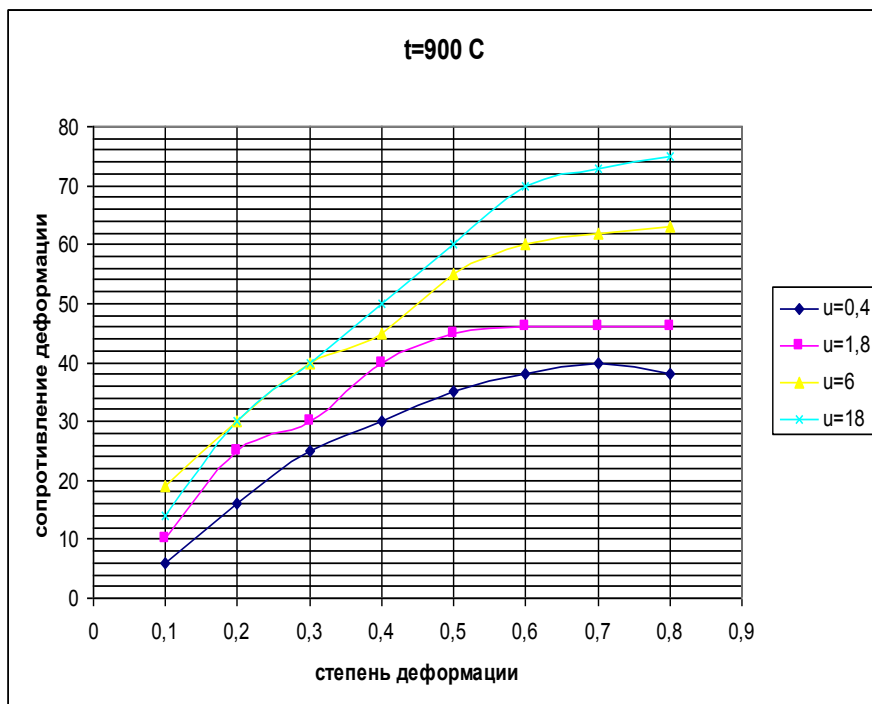


Рис. 2. График для аппроксимации сопротивления деформации сплава Л90 при различных значениях степени и скорости деформации и температуре 900°C

Также исходной информацией для расчета режимов обжатия прокатки являются данные по оборудованию для прокатки. Техническая характеристика любого прокатного стана состоит из определенного числа параметров. С помощью прикладной программы Access все показатели сведены в таблицы, которые связаны между собой, создана кнопочная форма для более наглядной и удобной работы с базой данных.

Для начала работы с программой, необходимо запустить файл Rolling.EXE. Ввод исходных данных осуществляется последовательно, начиная от ввода данных о размерах заготовки, выбора материала и оборудования для прокатки до назначения величины абсолютного обжата за один проход. Выбор материала заготовки осуществляется из базы данных, где хранится информация о механических свойствах сплава и его химическом составе по ГОСТ. Выбор прокатного стана, также как и выбор материала заготовки осуществляется из базы данных. В форме представлена техническая характеристика стана, что избавляет пользователя от обращения к справочникам. В случае если оборудование отсутствует, имеется возможность ввести его параметры и запомнить их в базе данных. В качестве выходной информации программа формирует таблицу результатов (см. табл. 1) и строит графики зависимости силы и момента прокатки от номера прохода.

Табл. 1. Режим обжатов при прокатке полосы размерами 6×675 мм из сплава Л90 на стане дуо 800

Номер прохода	Толщина, мм		Обжатие, мм	Суммарная вытяжка	Температура до прохода, оС	Средняя скорость деформации, 1/с	Сопротивление деформации, МПа	Длительность деформации, с	Сила прокатки, МН	Момент прокатки, МН·м
	до прокатки	после прокатки								
1	200,0	172,0	28,0	1,14	900	1,83	49,0	4,1	4,50	0,570
2	172,0	143,5	28,5	1,39	897	2,20	49,0	4,3	4,45	0,570
3	143,5	114,5	29,0	1,74	893	2,60	55,0	8,6	4,70	0,570
4	114,5	86,0	20,5	2,31	885	3,20	59,0	5,2	5,00	0,570
5	86,0	61,0	25,0	13,25	876	4,70	69,0	9,6	6,00	0,564
6	61,0	43,0	18,0	4,63	865	5,60	67,0	7,6	6,00	0,443
7	43,0	30,5	12,5	6,52	855	6,70	85,0	8,2	6,00	0,353
8	30,5	21,0	9,5	9,45	841	8,20	91,0	10,6	6,00	0,218
9	21,0	15,0	6,0	13,25	817	9,45	105,0	13,6	6,00	0,217
10	15,0	11,0	4,0	18,00	781	11,70	120,0	16,3	6,00	0,173
11	11,0	8,5	2,5	23,40	734	12,60	136,0	20,3	5,30	0,118
12	8,5	7,0	1,5	28,30	677	12,60	154,0	23,9	4,90	0,085
13	7,0	6,0	1,0	33,33	616	11,80	153,0	23,8	3,60	0,005

Таким образом, разработано программное обеспечение, которое позволяет моделировать режимы обжатов при листовой прокатке цветных металлов и их сплавов, и может применяться в практических расчетах курсовых и дипломных проектов при обучении студентов специальности 150106 «Обработка металлов давлением», а также может быть полезно для промышленных предприятий.