

АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ДЕФОРМАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ ХОЛОДНОЙ ЛИСТОВОЙ ПРОКАТКИ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Гайлис Ю.Д.

Научный руководитель – д-р. техн. наук, профессор Сидельников С.Б.

Сибирский федеральный университет

С помощью прокатки из металлов и сплавов получают различные изделия и полуфабрикаты. Этот процесс обработки металлов давлением получил большое распространение, так, например, в промышленных странах около 80% выплавляемой стали подвергается прокатке. Листовой прокат из цветных металлов и сплавов также находит широкое применение в различных отраслях промышленности.

Большая номенклатура получаемых изделий, достаточно большой ряд прокатываемых металлов, возможность создания новых способов деформации металлов на основе прокатки стали причиной ее широкого применения. В связи с распространением этого процесса разработаны методики расчета технологических режимов листовой и сортовой прокатки цветных и черных металлов. Однако проведение подобных расчетов связано с определенными сложностями. Требуется продолжительное время на их выполнение, возникают трудности с обработкой экспериментальных данных, существует значительная вероятность ошибки в связи с неточным определением реологических характеристик сплавов.

Для оптимизации расчета деформационных режимов процесса прокатки создаются методы, алгоритмы и программы для ЭВМ. Но такие разработки, как правило, имеют узкую область применения, лишены общедоступности. С этим связан недостаток литературных источников, в которых приводилась бы информация о подобных алгоритмах и программах. Ситуация объясняется относительно недавним возникновением направления автоматизации таких расчетов, быстрым расширением ее возможностей, но вместе с тем ограниченностью областей использования данных программ. Кроме того, существующие программы имеют ряд недостатков, сужающих область их применения. Разработка новых средств оптимизации расчета технологических параметров прокатки ведется с учетом этих факторов, однако, существует необходимость создания подобного программного обеспечения, позволяющего, не прибегая к справочным данным, проводить расчет многооперационных режимов деформации металла. В связи с этим целесообразно создание унифицированного программного обеспечения для анализа и оптимизации расчета параметров холодной листовой прокатки.

В целях оптимизации и автоматизации расчетов была создана программа для холодной листовой прокатки цветных металлов и сплавов. С ее помощью значительно сокращается время, затрачиваемое на расчет, упрощается его анализ, повышается точность результата.

В разработанной программе используется математическая модель определения технологических режимов прокатки, полученная в результате исследований этого процесса учеными кафедры обработки металлов давлением института цветных металлов Сибирского федерального университета. Алгоритм программы включает в себя ввод исходных данных, расчет режимов обжатий по проходам, определение энергосиловых параметров (рис 1), при этом расчет ведется в соответствии с методикой с учетом упругого сплющивания валков.

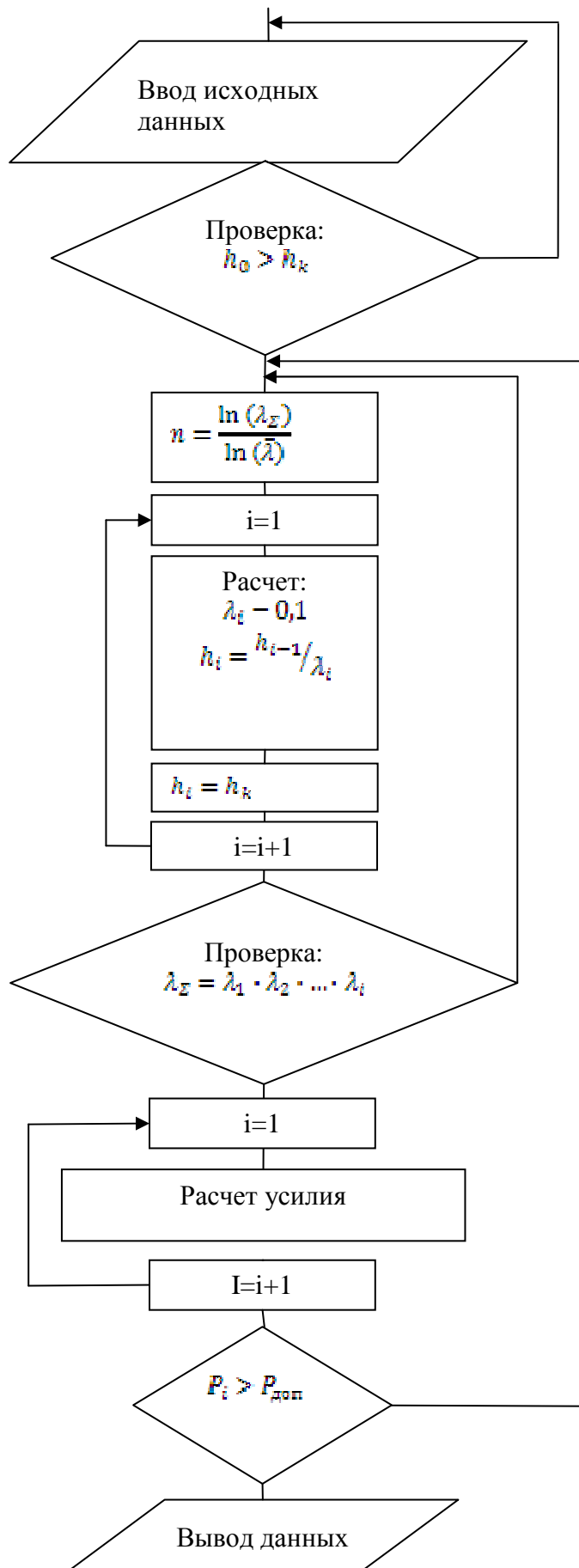


Рисунок 1 – Блок-схема программы

В качестве исходных данных пользователем задаются следующие параметры: начальная толщина заготовки и ее ширина, конечная толщина проката, средняя вытяжка по проходам, технические и геометрические характеристики оборудования (прокатного стана). Программа позволяет определить обжатия по проходам, степени деформации и рассчитать усилие прокатки с учетом ограничений. Результаты расчетов для анализа выводятся в виде таблицы на экран монитора. В качестве механических характеристик прокатываемых металлов и сплавов необходимо задать значения сопротивления деформации (или временного сопротивления разрыву), изменяющиеся в зависимости от степени деформации в единичном проходе. В работе были аппроксимированы имеющиеся зависимости сопротивления деформации металла от степени деформации для различных сплавов цветных металлов, а полученные формулы введены в программу. Это сократило количество исходных данных, снизило погрешность в определении энергосиловых параметров прокатки. При этом имеется возможность внесения новых данных по реологическим характеристикам металлов и сплавов в базу данных программы.

В качестве примера продемонстрируем результаты расчета режима обжатия при холодной прокатке ленты из палладия размерами 2×18 мм из заготовки 40×15 мм на листопркатном стане дуо LS 400х240 с диаметром валков 400 мм. Расчетная величина суммарной степени деформации составила $\Lambda\Sigma = 20$, а средняя вытяжка - $\bar{\lambda} = 1,4$. Допустимое усилие прокатки по данным технической характеристики стана равнялось 1117 кН.

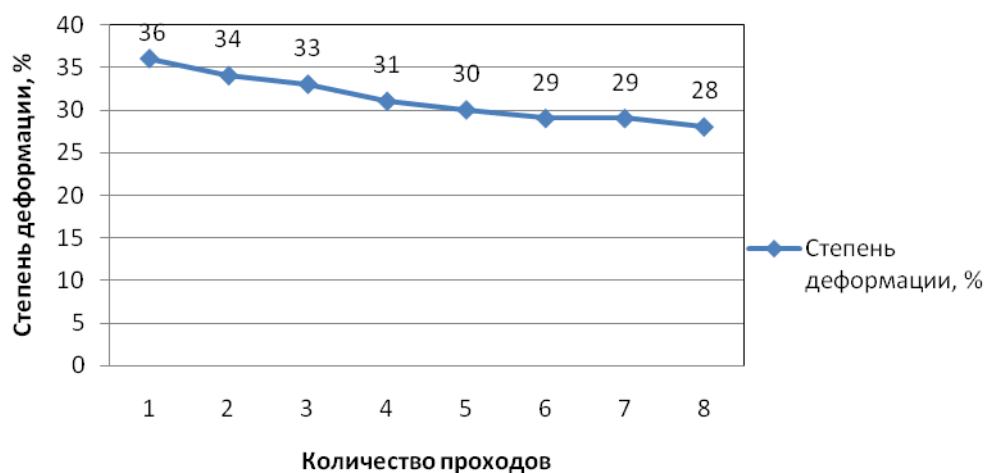
Для расчета в блоке исходных данных задаются вышеперечисленные параметры и при реализации функции «Расчет количества проходов» (рис. 1), программа автоматически определяет суммарную вытяжку и количество проходов, открывая соответствующее число ячеек для ввода единичных вытяжек.

	1	2	3	4	5
Степень деформации, %	0,358974358974359	0,337748344370861	0,328859060402685	0,310344427586207	0,300699300699301
Сопротивление деформации	182,47969756739	181,913434498487	181,676060537814	181,181236623068	180,923212871045
Усилие, кН	175,763541406581	135,484550868138	108,213625782381	85,4769040353684	69,4999941370635
Высота, мм	25,6410256410256	16,9808116827984	11,3965179079184	7,85966752270235	5,49627099489675

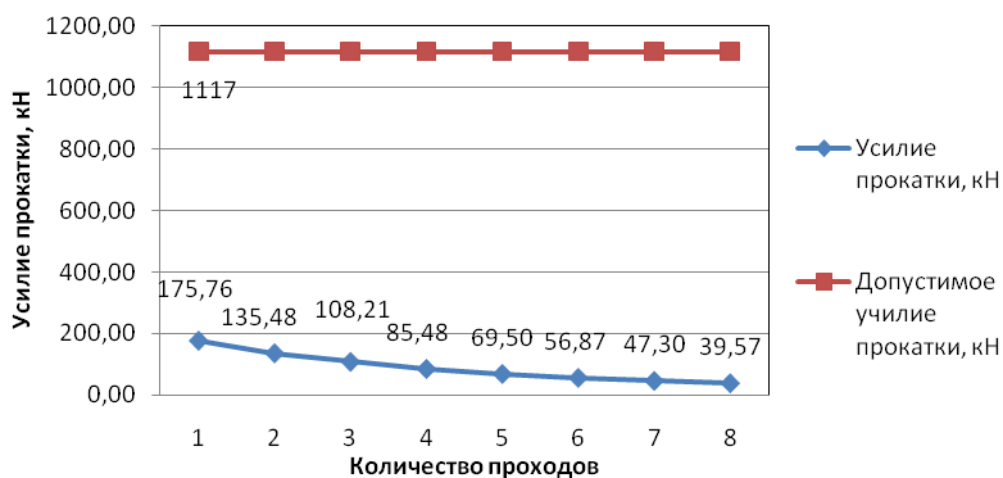
Рисунок 2 – Окно расчета режимов холодной листовой прокатки

В последнем проходе коэффициент вытяжки пересчитывается автоматически из условия, что суммарная вытяжка является произведением вытяжек по проходам. Требуемая толщина будет достигнута в восьмом проходе. В разворачивающемся списке выбирается металл – палладий. Далее нажимается кнопка «Начать расчет», и

программа проводит определение технологических параметров прокатки. Полученные результаты формируются в таблицу, где по проходам указаны: степень деформации, сопротивление деформации, усилие прокатки, толщина проката по проходам (рис. 2). После проверки условия, в соответствии с которым расчетное усилие прокатки не превышает допустимого, результаты расчетов выводятся на печать в виде графиков зависимости степени деформации (рис. 3, а) и усилия прокатки (рис. 3, б) от номера прохода. Анализ этих графиков позволяет ужесточить режимы прокатки и оптимизировать энергосиловые затраты на деформацию металла.



а



б

Рисунок 3 – Результаты расчета деформационных (а) и энергосиловых параметров (б) холодной прокатки ленты из палладия.

Значение результатов работы состоит в следующем: сокращается время расчетов, повышается их точность, открывается возможность работы с широким рядом сплавов и возможность оптимизации режимов прокатки. Данная программа была апробирована при анализе технологических режимов прокатки сплавов благородных металлов в условиях Красноярского завода цветных металлов. Кроме того, она используется в учебном процессе (курсовом и дипломном проектировании) при подготовке инженеров по специальности 150106 «Обработка металлов давлением».