

УДК 53.084.823

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИИ КАЛИБРА ДЛЯ ОБЖИМНОЙ КЛЕТИ 1300 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Алимов Игорь Сергеевич ⁽¹⁾

Магистр 2 года ⁽¹⁾,

кафедра «Обработка металлов давлением»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Ю.А. Гладков

кандидат технических наук, преподаватель кафедры «Обработка металлов давлением»

Введение

Одним из наиболее важных факторов при разработке технологических процессов сортовой прокатки является геометрия калиброванных валков. Каждый металлургический завод разрабатывает собственные эмпирические подходы к проектированию геометрии калибров. В настоящий момент на производстве не применяются автоматизированные алгоритмы расчета геометрии калиброванных валков, создание которых является актуальной задачей.

Работа посвящена созданию методики автоматизированного проектирования калибров сортовой прокатки. В основу взяты идеи и метод построения геометрии с помощью эквипотенциальных полей, что используется в практике проектирования штамповой оснастки.

В данной статье рассмотрен процесс проектирования предварительной формы калибра для обжимной клетки 1300 с использованием адаптированного к задачам сортовой прокатки метода изотермических поверхностей.

Эквипотенциальные поверхности для проектирования оснастки в процессах ОМД

Первое из известных применение метода эквипотенциальных поверхностей к решению задач моделирования течения металла при пластической деформации относится к 1968 году и принадлежит Г.Я.Гуну. В работе [1] им поставлена и решена задача калибровки инструмента при волочении профилей сложной формы.

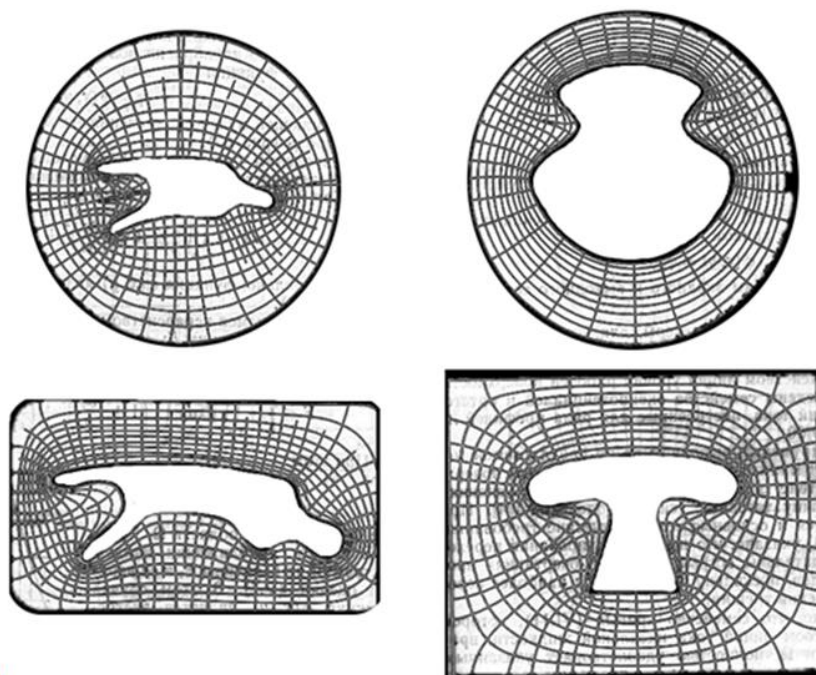


Рис. 1 Семейство линий тока и эквипотенциалей при волочении

В работе Lee и соавторов [2] предложен метод применения эквипотенциальных линий для проектирования геометрии заготовки, используемой при штамповке дисков. Для определения формы заготовки создается электростатическое поле между проводниками, которые имитируют начальную заготовку и конечную поковку. Начальная форма заготовки увеличивается таким образом, чтобы охватить конечную форму. Затем к внутренней поверхности, соответствующей конечной форме, и внешней поверхности, представляющей начальную форму, прикладываются разные потенциалы (обычно 0 вольт для внутреннего и 1 вольт для внешнего проводника). Полученные эквипотенциальные поверхности впоследствии используются для проектирования предварительного ручья. Такой метод предполагает масштабирование эквипотенциальных линий, так как они описывают область, охватывающую конечную форму поковки.

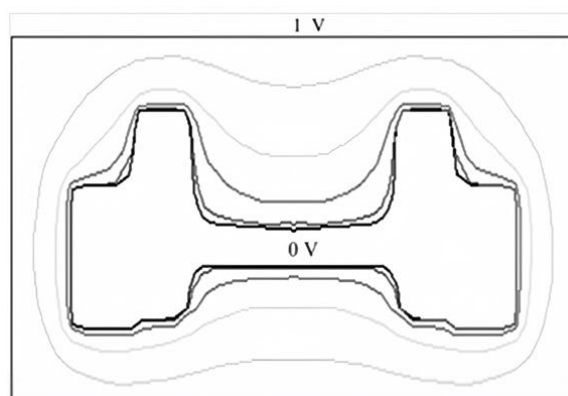


Рис. 2 Эквипотенциальные линии между двумя заряженными проводниками, имеющими форму исходной заготовки (охватывающий внешний контур 1V) и конечной поковки (внутренний контур 0V)

Власов А.В. предложил заменить эквипотенциальные поверхности электростатического поля эквипотенциальными поверхностями стационарного температурного поля, поскольку расчет температурной и деформационной задачи

возможно реализовать в рамках одного ПО QForm [4] для моделирования процессов деформирования металлических материалов. Такая замена возможна, поскольку пространственное распределение потенциалов стационарного температурного поля (температура) и электростатического поля (электрический потенциал) подчиняются одному и тому же уравнению Лапласа.

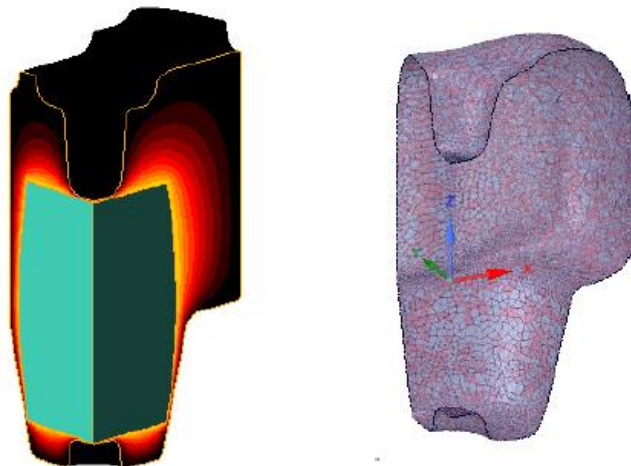


Рис.3 Гравюра штампа полученная изотермической поверхностью

Постановка задачи и цели исследования

Целью является разработка геометрии калибра №1 для клетки 1300 и определение режима обжатий в данном калибре. Исходными данными явились геометрия валков обжимной группы с калибрами №0, №2 и №3 (рис. 4), информация о режиме обжатий в существующих калибрах (табл.1) и данные по стану. Анализ технологического процесса проведён с использованием программного комплекса QForm, который позволяет оценить заполнение калибра на каждом проходе, а также проанализировать энергосиловые и температурные параметры процесса. Основным критерием качества калибра принимается отсутствие дефектов (закатов) и переполнение при формоизменении.

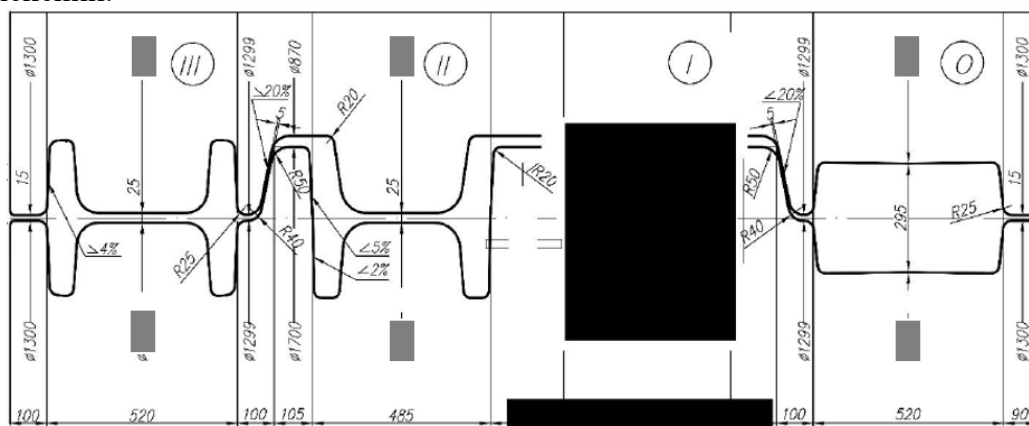


Рис.4 Схема расположения калибров клетки 1300

Таблица 1. Схема прокатки балки 40К4 в клетки 1300

Схема прокатки балки 40К4 в клети 1300			
№ пропуска	Калибр	Сечение	Обжатие
		165/485x620	
Кантовка 90°			
1	0	535	85
2	0	460x190	75
Кантовка 90°			
3	I	?	?
4		?	?
5		?	?
6		?	?
7		?	?
Кантовка 180°			
8	II	37x485	10
9	III	35x520	2

Результаты

С использованием метода изотермических поверхностей по разработанному алгоритму подготовлена геометрия калибра 1 (рис.5) и итерационно подобран режим обжатий для этого калибра (рис.6). С помощью моделирования процесса прокатки в ПО QForm была проверена новая технология, поверхностных дефектов (согласно полю Gartfield (рис.7) и переполнения не выявлено.

Разработанный алгоритм является новым способом автоматизированного расчета промежуточных калибров, что может существенно сократить время разработки калибровок, и одновременного повышения качества технологии.

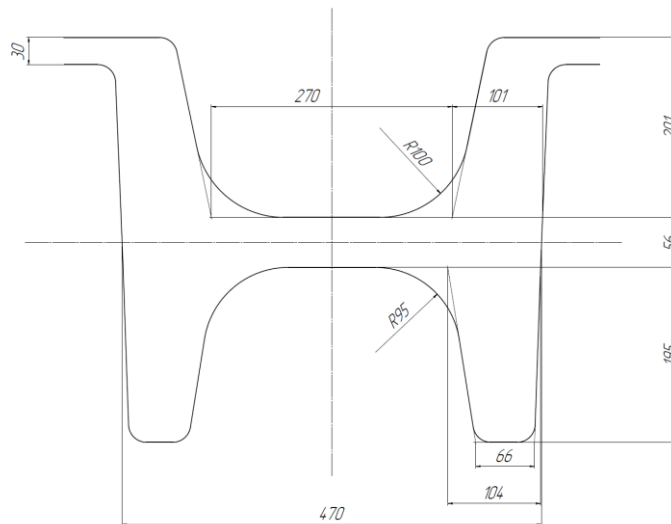


Рис. 5 Чертеж разработанного калибра №1

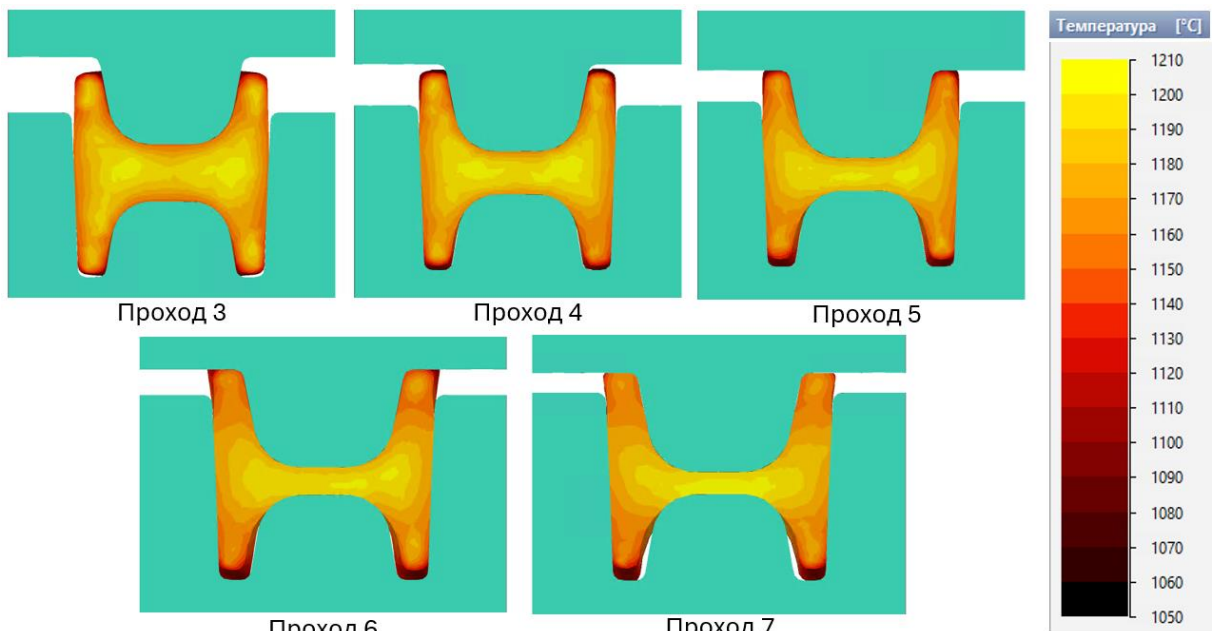


Рис.6 Заполнение калибра №1 с полем Температура

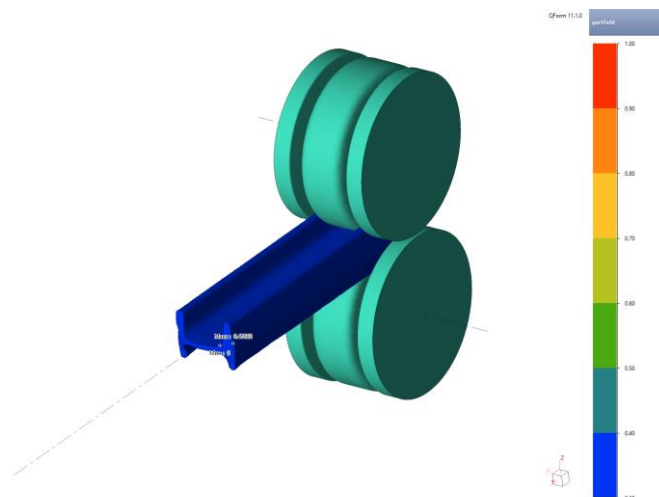


Рис.7 Поле gartfield на последнем проходе

Литература

1. Гун Г. Я, Полухин П. И, Полухин, В. П, Прудковский Б. А., 1968 Пластическое формоизменение материалов
2. Lee S. R. et al. A new method of preform design in hot forging by using electric field theory //International Journal of Mechanical Sciences. – 2002. – Т. 44. – №. 4. – С. 773-792.
3. А.В. Власов, Д.В. Кривенко «Использование конечно-элементной тепловой модели для проектирования предварительных переходов процессов горячей объемной штамповки», 2019 г.
4. www.qform3d.ru [Электронный ресурс] – М.: ООО «КванторФорм», 2025.– URL: www.qform3d.ru (дата обращения: 29.03.2025)