

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ТРУБ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ DEFORM 3D**

**Высотина А. А.,**

**научные руководители канд. техн. наук Соколов Р. Е.,**

**канд. техн. наук Курмачев Ю. Ф.**

***Сибирский федеральный университет***

Холоднокатаные трубы из алюминиевых сплавов, применяемые для изготовления узлов ответственного назначения, получили широкое распространение в современной промышленности. Благодаря свойствам, получаемым в процессе периодической прокатки труб на станах холодной прокатки труб (ХПТ), данная продукция активно используется в авиационной и космической технике [1 – 3].

Однако из-за конструктивных сложностей ручьев калибра станов ХПТ разработка и совершенствование этой технологии с применением традиционных методов физического моделирования является ресурсоемким трудо- и экономически затратным процессом. Следует отметить, что в последние годы для снижения затрат при разработке новых технологий обработки металлов давлением широко применяются системы компьютерного моделирования процессов в основе которых заложены методы конечно-элементного анализа. Одной из таких систем является программный комплекс DEFORM 3D.

В ходе реализации технологии ХПТ труб диаметром 57,15 мм. с толщиной стенки 2,54 мм. из заготовки диаметром 78 мм. с толщиной стенки 5,5 мм. из сплава Д16 были выявлены такие дефекты как искажение геометрических размеров изделия, разрывы и трещины на готовых изделиях.

Для выявления проблем, существующих в базовой технологии холодной прокатки труб, применяемой в условиях предприятия ООО «КраМЗ», ранее было выполнено компьютерное моделирование процесса ХПТ труб из алюминиевого сплава Д16 с использованием программного комплекса Deform 3D [4]. Анализ результатов показал, что одной из причин появления брака является разность скоростей на поверхностях валков – заготовка и оправка – заготовка, вызванный разной длиной зон деформации со стороны валков и оправки (970 и 782 мм соответственно). В связи с этим целью данной работы являлось моделирование процесса ХПТ труб с уточненными геометрическими параметрами очага деформации.

Размеры валкового инструмента (рис. 1) представлены в таблице 1. При моделировании применялась оправка с длиной рабочей зоны 970 мм. и конусностью 0,1°.

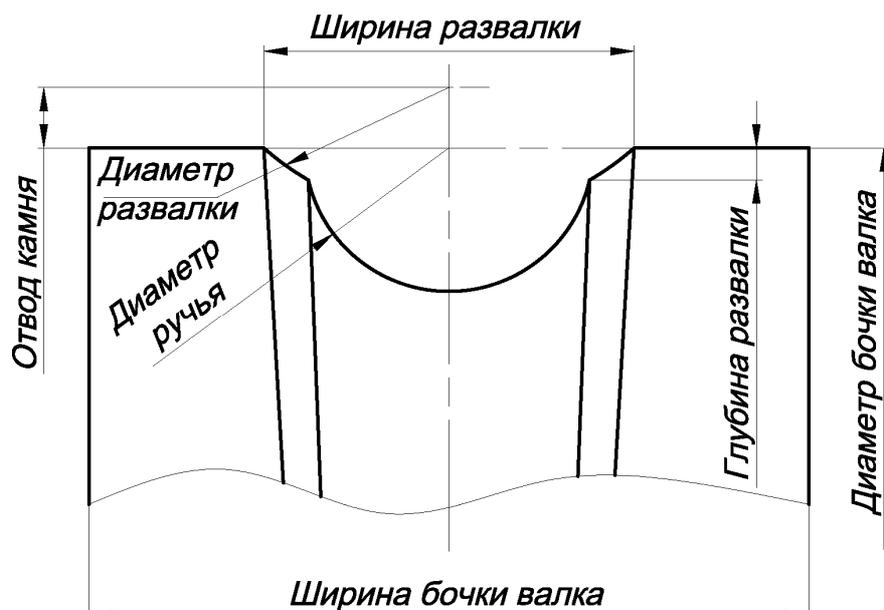


Рисунок 1 – Схема валкового инструмента для процесса периодической прокатки труб

Геометрические размеры инструмента для моделирования представлены в таблице 1.

Увеличение начальной длины оправки позволило создать более благоприятные условия течения металла, в результате которых происходит выравнивание напряжений в очаге деформации (рис. 2) и значительное уменьшение температурного разогрева в ходе деформации (рис. 3). Уменьшение напряжений и выравнивание их по всей длине очага деформации позволяет устранить главную проблему рабочей технологии – отрыв части заготовки на конечных стадиях деформации.

Таблица 1 – Геометрические параметры ручья калибра

Контрольные точки	Угол калибра, град.	Диаметр ручья, мм.	Толщина стенки трубы, мм.	Ширина развалки, мм.	Глубина развалки, мм.
А	0	78,00	5,50	80,13	23,96
Б	24	68,44	6,43	70,18	17,11
В	223	57,39	2,54	57,61	1,73
Г	237	57,16	2,54	57,16	0,00
Д	256	57,15	2,54	57,15	0,00

АБ – Зона редуцирования; БВ – Обжимная зона; ВГ – Зона калибровки по стенке; ГД – зона калибровки по диаметру; диаметр бочки валков – 434,3 мм.

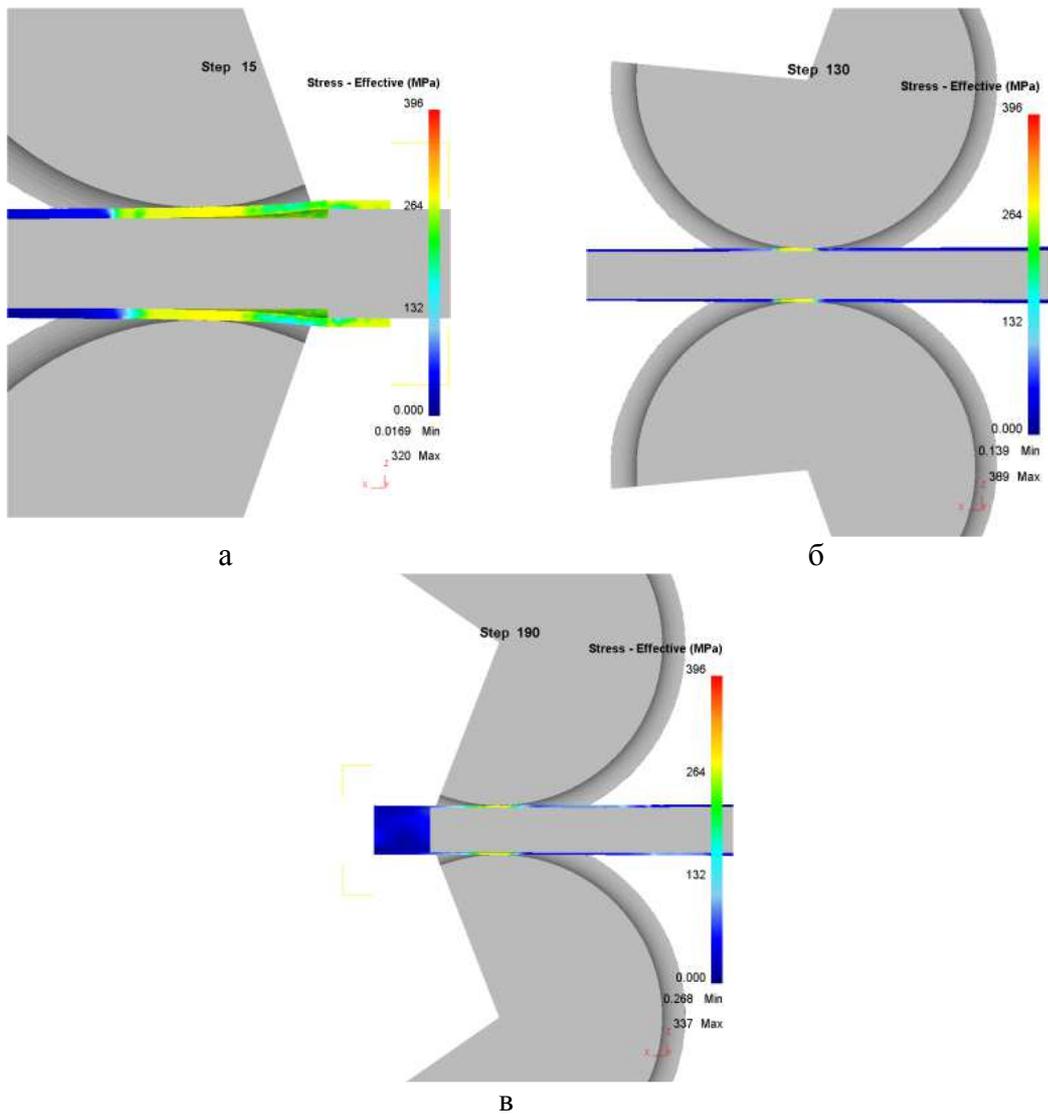


Рисунок 2 – Распределения напряжений по очагу деформации после проведения новых опытов:  
а – в зоне редуцирования; б – в обжимной зоне;  
в - в зоне калибровки трубы по диаметру

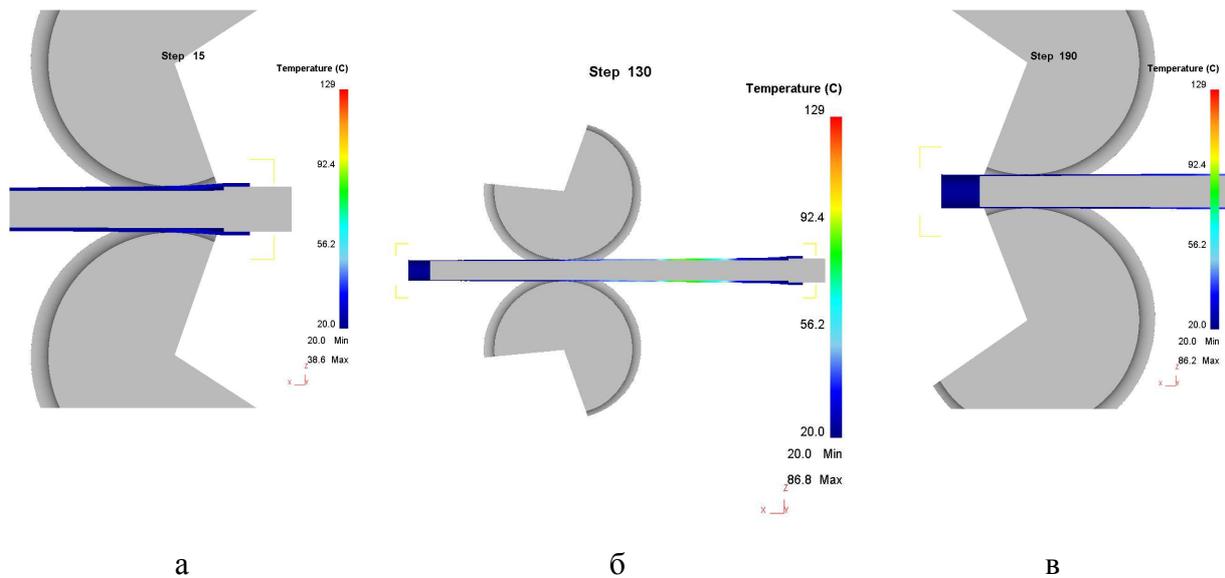


Рисунок 3 – Распределение температуры по очагу деформации после проведения НОВЫХ ОПЫТОВ:

а – в зоне редуцирования; б – в обжимной зоне;  
в - в зоне калибровки трубы по диаметру

В ходе моделирования было выявлено, что применение удлиненной оправки обеспечивает уменьшение разности скоростей на внутренней и внешней поверхностях трубы, в процессе ХПТ. Следствием этого явилось существенное снижение напряжений и неравномерности деформации заготовки, что может привести к снижению количества отбраковки и увеличению качества бесшовных труб ответственного назначения из алюминиевых сплавов.

### Список литературы

1. Тетерин П. К. Теория периодической прокатки. –М.:Металлургия, 1978 г.
2. Шевакин Ю. Ф., Глейберг А. З. Производство труб. –М.:Металлургия, 1968 г.
3. Yuri F. Kurmachev, Ruslan E. Sokolov, Denis S. Voroshilov etc. The analytical dependence of the filling billets value to a given relative degree of deformation during cold rolling of tubes // Journal of Siberian Federal University. 2012. № 5. P. 731-736.
4. Соколов Р. Е., Курмачев Ю.Ф., Высотина А. А Моделирование процесса периодической прокатки трубы в среде Deform 3D // Цветные металлы – 2013: Сб. научн. статей. – Красноярск: Версо, 2013 г. – стр. 600-602.