

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАНИЯ ПОПЕРЕЧНО-ВИНТОВОЙ ПРОКАТКИ И ВОЛОЧЕНИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЛИННОМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ DEFORM-3D

RESEARCH OF THE POSSIBILITIES OF TECHNOLOGY COMBINATION OF HELICAL ROLLING AND DRAWING IN THE MANUFACTURE OF LONG PRODUCTS USING THE SOFTWARE PACKAGE DEFORM-3D

Е.Б. Блондинская, И.Г. Шубин

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский Государственный Технический Университет им. Г.И.Носова», г. Магнитогорск.
blondinskaya@gmail.com

Abstract

As a result of the computer simulation of wire drawing and helical rolling, conducted using the software package DEFORM 3D, the specific features of changes in the stress state of the billet have been determined. Based on computer simulation drawings have been designed.

Эффективность развития металлообрабатывающих отраслей промышленности во многом зависит от темпов наращивания мощностей по производству качественной калиброванной стали. Это связано с развитием автомобилестроения, сельскохозяйственного и транспортного машиностроения — основных потребителей калиброванной стали. [1,4]

Необходимость достижения высокого качества, эксплуатационной надежности и устойчивого уровня рыночной конкурентоспособности продукции метизной отрасли требует повышения точности размеров, качества поверхности и показателей качества калиброванной продукции, уровня прочностных и пластических свойств стальной проволоки. [3,5]

В связи с этим **целью** работы является исследование закономерностей процесса совмещения волочения и поперечно-винтовой прокатки для улучшения свойств готовых изделий.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие **задачи**:

Провести моделирование напряженно-деформированного состояния калиброванной стали при волочении и поперечно-винтовой прокатки с целью исследования характера и количественной оценки возникающих напряжений;

Разработка схем и чертежей модуля поперечно-винтовой прокатки для волочения на основе компьютерного моделирования.

Разработка чертежей экспериментальной установки.

Компьютерное моделирование позволит оптимизировать температурно-скоростные условия процессов, спроектировать оптимальные технологии и конструкции инструмента, а также режимы их работы. Этому способствует высокая адекватность моделей технологического процесса, а также точное описание реологического поведения металла в условиях деформации.

При разработке технологических процессов на базе обширных исследований объём экспериментов становится настолько

значительным, что их реализация требует значительных затрат. В связи с этим развитие теории ОМД идёт в направлении создания методов достаточно точного количественного описания технологических процессов с учётом большого числа факторов, т. е. их математического моделирования. [2,6]

При теоретических исследованиях процессов волочения проволоки использовался специализированный программный комплекс «DEFORM – 3D», в основу которого положен метод конечных элементов (МКЭ).

Моделирование процесса волочения через волоку

В ходе решения задачи были приняты следующие допущения:

- решаемая задача — осесимметричная;
- модель материала заготовки — пластичная;
- материал калиброванной стали изотропен и однороден;
- материал волоки — абсолютно жесткий;
- теплообменом между волокой и заготовкой пренебрегаем;
- закон трения Амонтона — Кулона, постоянен на всей области контакта;
- скорость волочения постоянна и равна 1 м/с;
- кривые упрочнения при холодном деформировании практически не зависят от скорости деформации.

Задача расчёта напряженно-деформированного состояния решается в цилиндрической системе координат, и сводится к построению сетки конечных элементов, не противоречащей граничным условиям. Геометрические модели калиброванной стали и волоки были созданы в CAD системе, а затем экспортированы в предпроцессор программы Deform-3D, где были аппроксимированы сеткой конечных элементов. Модель калиброванной стали состояла из 20000 элементов, 19868 поверхностных многоугольников и 20175 узлов. Контакт калиброванной стали и волоки задавался в поверхностных узлах элементов.

В результате моделирования получили эпюры распределения полных напряжений в очаге

деформации, а также зависимость напряжения от времени в указанных точках (рис. 1).

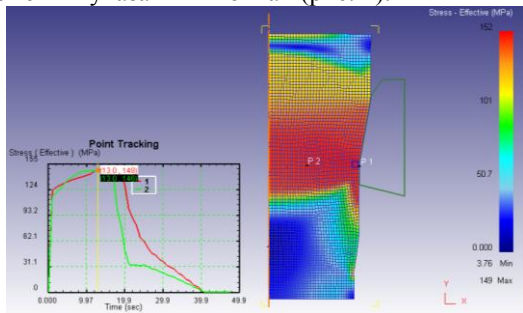


Рис. 1. Зависимость напряжения от времени в указанных точках

Моделирование процесса волочения при помощи поперечно-винтовой прокатки

При моделировании приняты следующие допущения:

- деформируемая среда — пластичная;
- материал калиброванной стали изотропен и однороден;
- материал валков — абсолютно жесткий;
- теплообменом между валками и заготовкой пренебрегаем;
- закон трения Амонтона — Кулона, постоянен на всей области контакта;
- скорость вращения валков постоянна и равна 5 рад/с.

кривые упрочнения при холодном деформировании практически не зависят от скорости деформации.

для расчета использованы временные шаги по времени и решатель Ньютона-Рафсона.

Задача расчёта напряженно-деформированного состояния решается в 3D системе координат, и сводится к построению сетки конечных элементов, не противоречащей граничным условиям. Модель калиброванной стали состояла из 60000 элементов, 11408 поверхностных многоугольников и 45213 узлов. Контакт калиброванной стали и волоки задавался в поверхностных узлах элементов.

В результате моделирования получили эпюры распределения полных напряжений в очаге деформации (рис.2), а так же зависимость напряжения от времени в указанных точках (рис.3).

На основе моделирования был спроектирован модуль поперечно-винтовой прокатки в Компас 3D (рис.4), разработана техническая документация, а также кинематическая схема экспериментальной установки (рис.5).

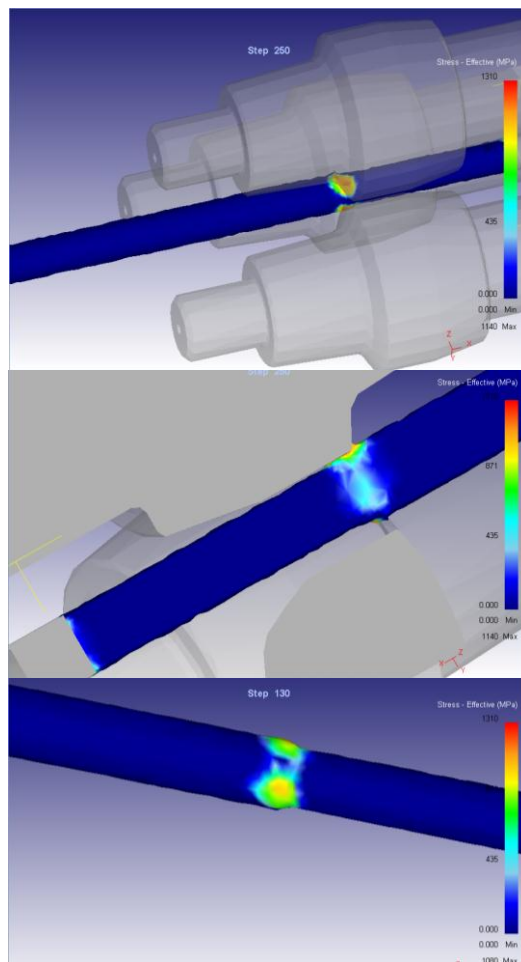


Рис. 2. Распределение полных напряжений в очаге деформации

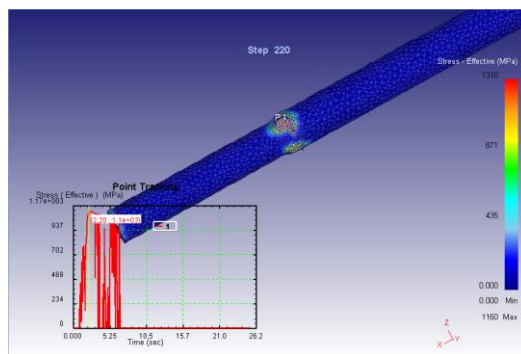


Рис. 3. Зависимость напряжения от времени в указанных точках

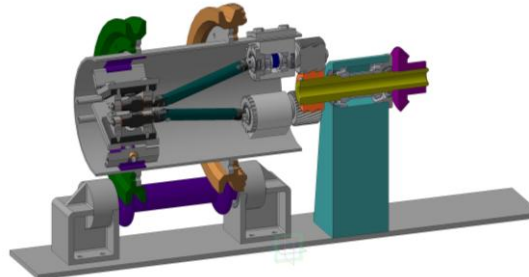


Рис. 4. Модуль поперечно-винтовой прокатки на опоре в разрезе

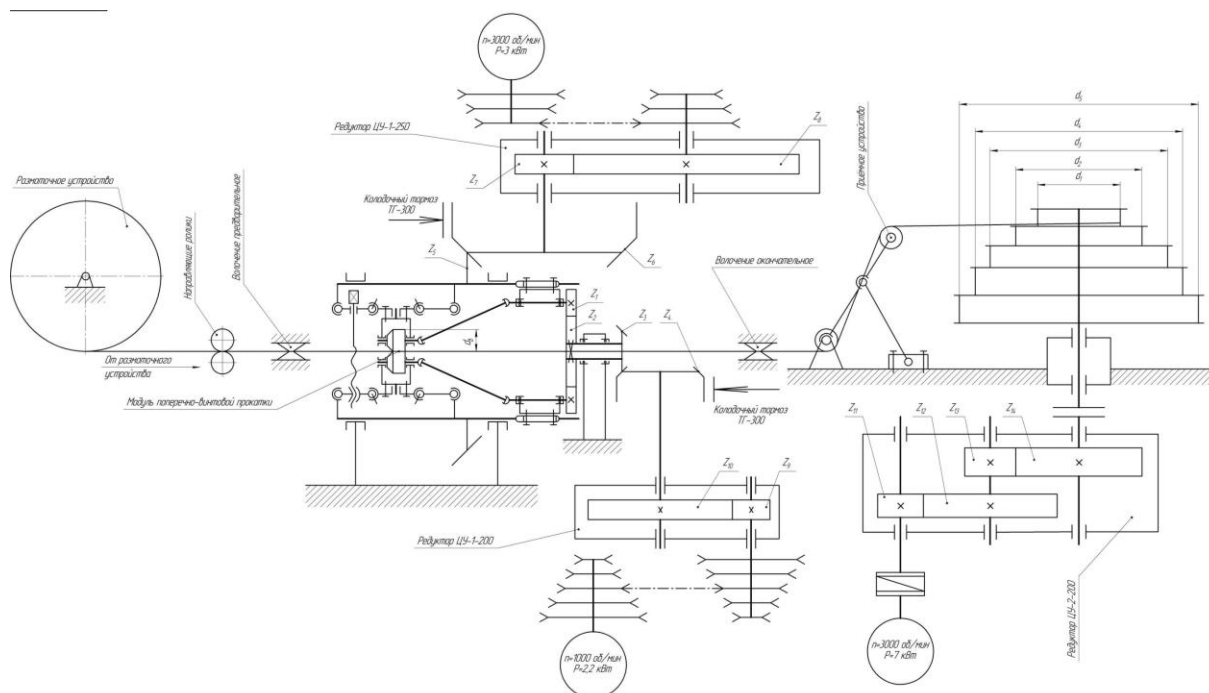


Рис. 5. Кинематическая схема экспериментальной установки

Заключение

1. На основе анализа современных требований и особенностей производства калиброванной стали сделан вывод о необходимости разработки модуля поперечно-винтовой прокатки для оптимизации параметров обжатия и улучшения свойств готовых изделий.

2. На основе моделирования в программном комплексе Deform 3D выполнен анализ напряженно-деформированного состояния в очаге деформации при волочении стали.

3. Произведено моделирование напряженно-деформированного состояния при поперечно-винтовой прокатке проволоки. Получены численные значения деформации металла в радиальном направлении в зависимости от среднего значения сопротивления металла деформации в очаге.

4. Описаны возможности комбинирования поперечно-винтовой прокатки и волочения, разработана кинематическая схема.

5. Сконструирована модель поперечно-винтовой прокатки в 3D, разработан общий вид установки.

6. Разработана конструкторская документация ряда важных деталей модуля поперечно-винтовой прокатки.

Список литературы

1. Арсеньев В.В. Состояние и перспективы развития производства метизов в России // Метиз, 2007, №11. С. 13-19.
2. Ульянов А. Г., Корчунов А. Г. Исследование упругого последствия при волочении калиброванной стали. // Производство проката, 2011, №10.

4. Шахпазов Х.С., Недовизий И.Н. Производство метизов. М.: Metallurgy, 1977. 392 с.

5. Белалов Х.Н., Савельев Е.В. Упрочнение стальной проволоки при волочении. // Моделирование и развитие технологических процессов обработки металлов давлением: сб. науч. тр. Магнитогорск: МГМА, 1998. С. 35 – 41.

6. Белалов Х.Н., Клековкин А.А., Клековкина Н.А., Гун Г.С., Корчунов А.Г., Полякова М.А. Стальная проволока: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. 689 с.

7. Зенкевич О., Морган К. Конечные элементы и аппроксимация: Пер. с англ. — М.: Мир, 1986.