

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМОВКИ-ВЫПРЯМЛЕНИЯ ЛИСТОВЫХ ЗАГОТОВОК

*кафедра «Машины и технология обработки металлов давлением и сварочное производство»
Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова*

кандидат технических наук, доцент кафедры «Машины и технология обработки металлов давлением и сварочное производство»

Для обеспечения равномерного упрочнения стоит задача определения оптимальных геометрических параметров инструмента. При деформации в валках-шестернях радиальный зазор в зацеплении переменный, что может привести к обжатию заготовки по толщине. Также для обеспечения равномерного упрочнения необходимо деформировать заготовку по всей поверхности. Кроме того, необходимо решать задачу устойчивого захвата формованной полосы с гладкими валками.

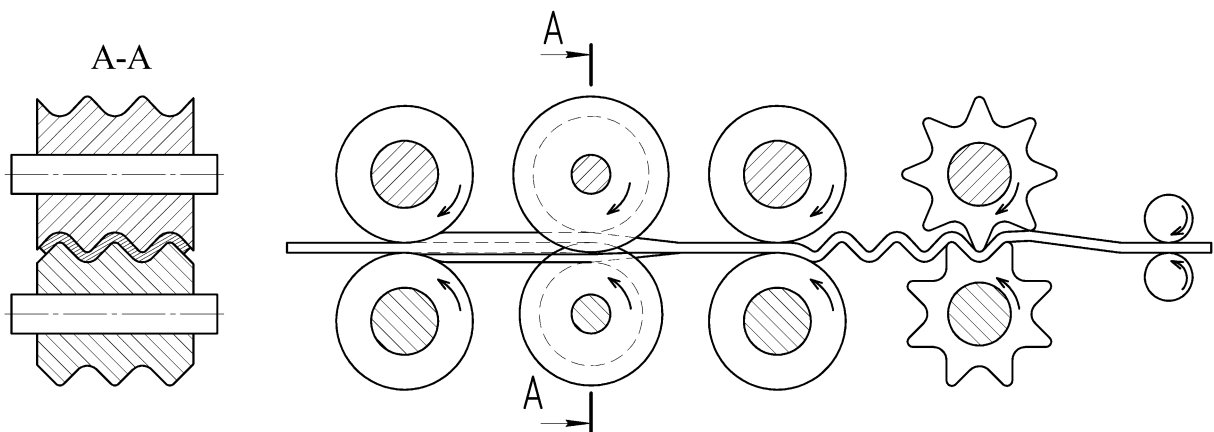


Рис.1. Схема процесса деформационного упрочнения листовой заготовки [1]

Для более качественного и эффективного осуществления процесса должны выполняться условия равномерного распределения упрочненных деформацией участков по всей площади поперечного сечения заготовки и минимальной деформации по толщине.

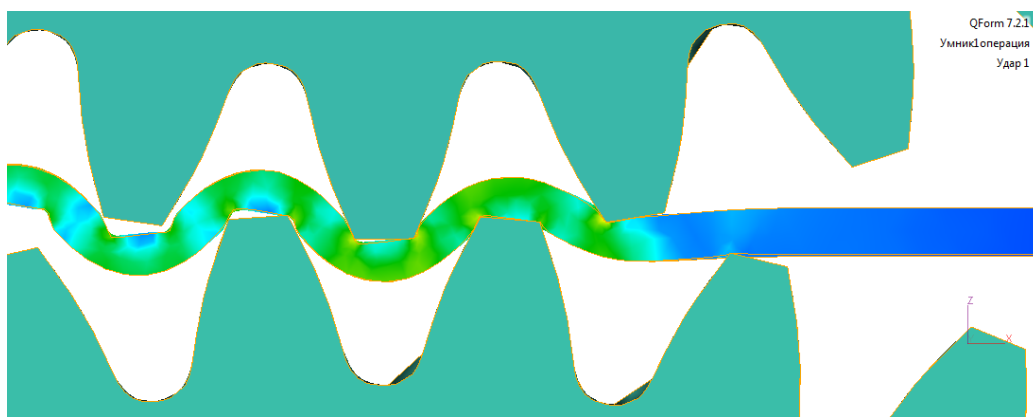


Рис.2. Моделирование поперечной формовки.

В работе принимаем допущение, что напряжения распределяются на радиусных участках заготовки. Поэтому наиболее благоприятной является форма близкая к синусоиде высотой $1,3S < H < 1,5S$ (рис.3). Такая конфигурация позволит обеспечить захват заготовки гладкими валками.

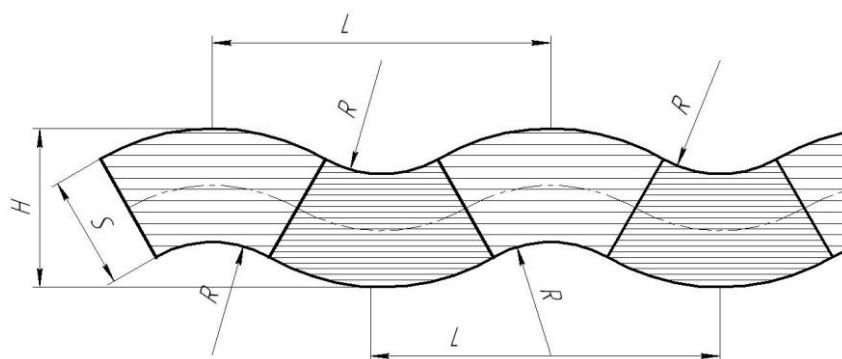


Рис. 3. Форма деформированной заготовки

Программный комплекс QForm7.2 предоставляет возможность визуализировать процесс деформирования. Что, в свою очередь, можно использовать для проведения анализа процесса получения упрочненной длинномерной листовой заготовки.

QForm7.2 позволяет моделировать траекторию движения инструмента, произвести оценку кривизны заготовки в процессе изгиба, величину и распределение полей напряжений и деформаций по сечению, а также предсказать возможное утонение до критической величины и разрушение заготовки в процессе формоизменения.

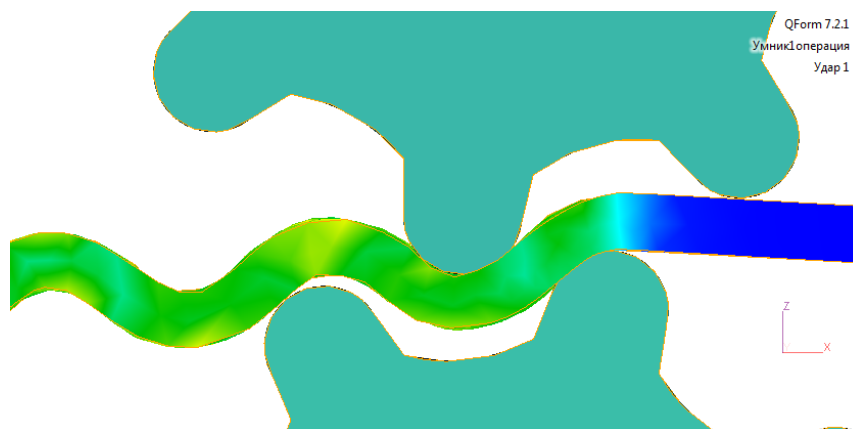


Рис. 4. Моделирование поперечной формовки

Для выявления наиболее подходящей конфигурации деформирующего инструмента проанализируем несколько возможных вариантов его исполнения. В качестве материала

исходной заготовки прием сталь 20 для холодного деформирования из библиотеки материалов программы QForm7.2.

Моделирование процесса формоизменения в валках-шестернях, имеющих крупные зубья специальной конфигурации с радиусом закругления вершин $R=0,8S$ и высотой $h=1,6S$ (рис.4) показало, что высота гофр получаются больше $1,5S$. Величина напряжений в заготовке в местах изгиба достигает величины 130 МПа.

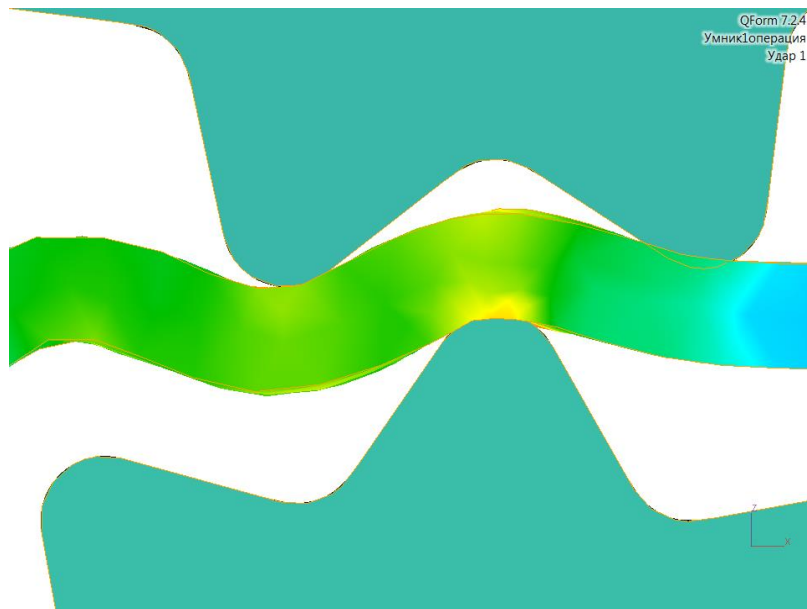


Рис. 5. Моделирование поперечной формовки

Моделирование процесса формоизменения в валках-шестернях, имеющих крупные зубья треугольной конфигурации с радиусом закругления вершин $R=0,6S$ и высотой $h=1,6S$ (рис.5) показало, что высота гофр уменьшилась до $1,3S$. Величина напряжений в заготовке в местах изгиба достигает величины 100 МПа.

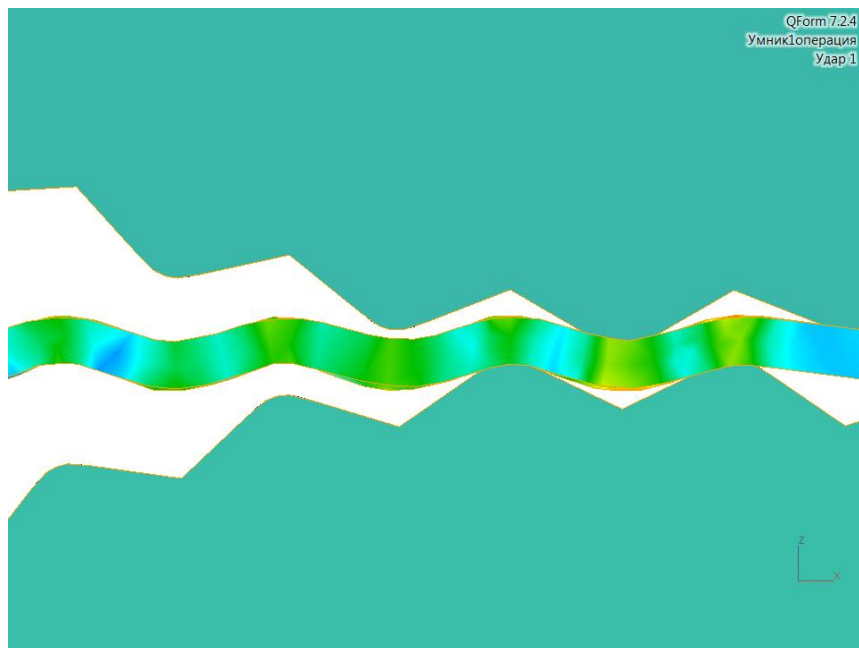


Рис. 6. Моделирование поперечной формовки

Моделирование процесса формоизменения в валках-шестернях, имеющих мелкие зубья треугольной конфигурации с радиусом закругления вершин зубьев $R=S$ и высотой $h=1,3S$

(рис.6) показало, что высота гофр уменьшились до $1,2S$. Величина напряжений в заготовке в местах изгиба достигает величины 95МПа.

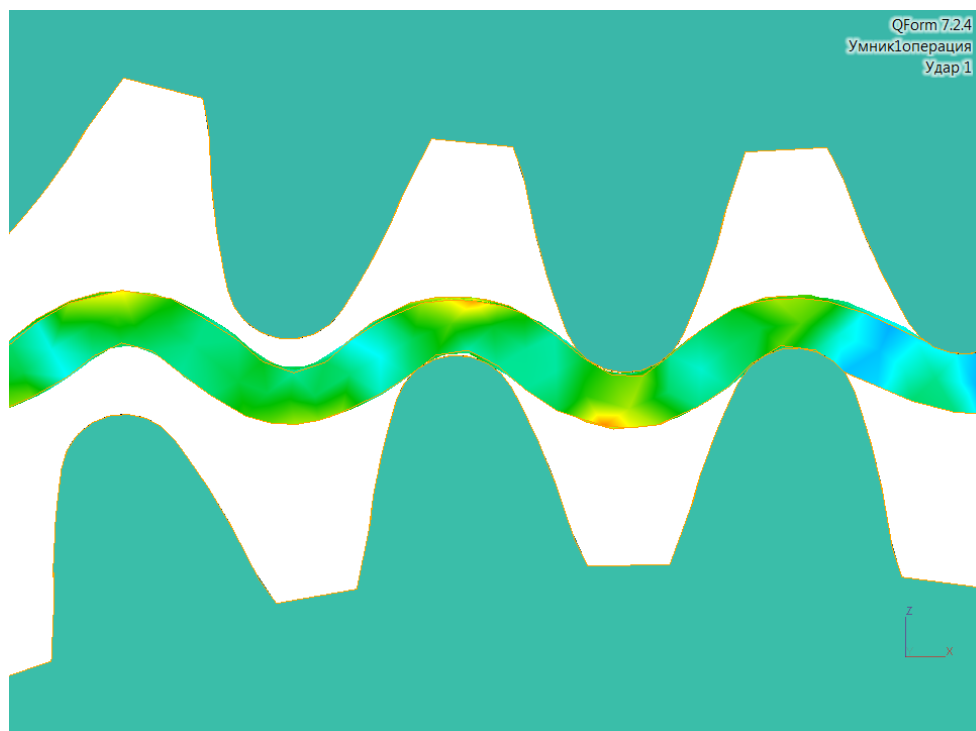


Рис. 7. Моделирование поперечной формовки

Моделирование процесса формоизменения в валках-шестернях, имеющих эвольвентный профиль с радиусом закругления вершин зубьев $R=S$ и высотой $h=3,4S$ (рис.7) показало, что высота гофр приближена к принятому значению $1,5S$. Величина напряжений в заготовке в местах изгиба достигает величины 190МПа.

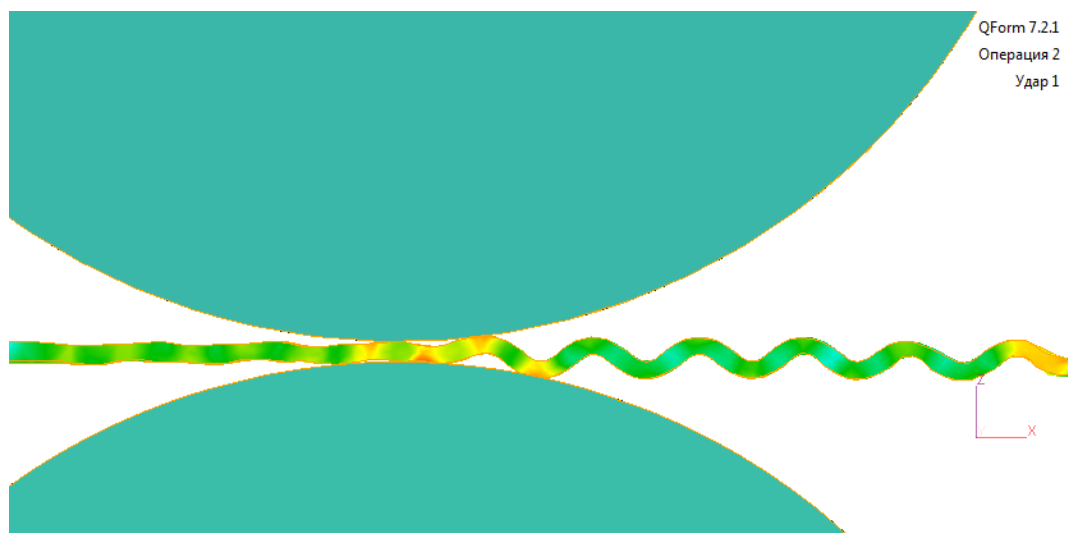


Рис. 8. Моделирование выпрямления заготовки

Моделирование процесса выпрямления (рис.8) показывает, что формованная в виде синусоиды заготовка хорошо захватывается гладкими валками и выпрямляется. На полученной выпрямленной заготовке наблюдается чередование зон в виде поперечных полос с малой и более высокой интенсивностью напряжений, соответствующих местам изгиба. Их ширина и интервал зависят от шага гофр после поперечной формовки исходной заготовки.

По результатам компьютерного моделирования в программном продукте QForm7.2 процесса формовки-выпрямления листовой заготовки были выявлены основные параметры процесса деформирования: интенсивность напряжений, среднее напряжение, степень деформации.

Моделирование показало, что при рассмотренных выше формах инструмента достигается необходимая деформация листовой заготовки. При этом не происходит существенного утонения металла или разрушения листовой заготовки в процессе деформирования.

Для получения более полной картины распределения деформаций в объеме заготовки необходимо провести моделирование продольной деформации и испытание натуральных образцов.

Работа выполнена в рамках гранта по программе «УМНИК» Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (договор № 0008620).

Литература

1. Заявка на изобретение (патент РФ) № 2014137693 от 17.09.2014г. Способ получения упрочненных листовых заготовок/ Панкратов Д.Л., Шеногин В.П., Тепин Н.В., Шулятьев М.И.
2. Получение длинномерных высокопрочных заготовок / М.И. Шулятьев, В.П. Шеногин, Н.В. Тепин // Всероссийская научно-практическая конференция "Инновации в науке, технике и технологиях" 28-30 апреля 2014: сборник статей. - Ижевск, Изд-во "Удмуртский университет", 2014. - 320 с. -С. 295-296.