

Волочение проволоки

Назад Ввод данных Выход

Введите исходные данные

Начальный диаметр 1,24 мм  
 Конечный диаметр 0,25 мм  
 Средняя выпязка 1,38 мм

Оборудование Сплав ОК

Вытяжки по проходам

1: 1,48 2: 1,48 3: 1,44 4: 1,41 5: 1,39  
 6: 1,35 7: 1,35 8: 1,34 9: 1,31 10: 1,25

Начать расчет

Отчет Результаты расчетов Графики

	Диаметр, мм	Выпяжка, ед.	Степень деформации, %	Напряжение волочения, МПа	Коэффициент запаса	Усилие волочения, кН	Диаметр тяговой шайбы, мм	Скорость проволоки, м/с	Скорость шайбы, м/с
1	1,019	1,48	32,43	255,59	1,02	208,45	80	0,06	0,33
2	0,837	1,48	54,34	257,43	1,02	141,85	90	0,08	0,37
3	0,698	1,44	68,29	244	1,08	93,37	102	0,12	0,42
4	0,587	1,41	77,51	233,86	1,13	63,47	116	0,18	0,48
5	0,498	1,39	83,82	227,11	1,16	44,34	130	0,25	0,54
6	0,429	1,35	88,01	213,02	1,24	30,8	147	0,33	0,61
7	0,369	1,35	91,12	213,22	1,24	22,84	166	0,45	0,69
8	0,319	1,34	93,37	209,77	1,26	16,77	188	0,61	0,78
9	0,278	1,31	94,94	199,07	1,33	12,14	212	0,8	0,98
10	0,249	1,24	95,93	175,18	1,52	8,59	240	1	1

Рисунок 5. Окно подсистемы для расчета параметров волочения

### Заключение

Таким образом, с помощью подсистемы «PROVOL» САПР производства ювелирных изделий можно осуществлять многооперационные расчеты технологических параметров изготовления деформированных длинномерных полуфабрикатов в ювелирном производстве, в том числе из новых сплавов драгоценных металлов. Применение этой подсистемы позволило провести анализ и усовершенствовать технологический процесс производства ювелирных цепей в условиях ОАО «Красцветмет», а также повысить эффективность обучения студентов различных уровней подготовки.

### Литература

- Смирнов В.К., Шилов В.А., Инарович Ю.В. Калибровка прокатных валков: Учебное пособие для вузов. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Теплотехник, 2010.
- Сидельников С.Б., Лебедева О.С., Столяров А.В., Гайлис Ю.Д., Феськов Е.В. Расчет параметров формоизменения процесса холодной сортовой прокатки прутков из сплавов золота 585 пробы // Сборник научных трудов SWorld. Материалы международной научно-практической конференции «Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития '2012». – Выпуск 3. Том 9. – Одесса: КУПРИЕНКО, 2012. – С.64 – 69.
- Сидельников С.Б., Довженко Н.Н., Лебедева О.С., Беляев С.В., Гайлис Ю.Д., Феськов Е.В. Разработка методики расчета технологических параметров получения деформированных полуфабрикатов из сплавов золота 585-й пробы // Журнал Сибирского федерального университета, серия «Техника и технологии». Октябрь 2012 (том 5, номер 6). – С. 615 – 623.
- Сидельников С.Б., Довженко Н.Н., Биронт В.С. и др. Сплав на основе золота. Патент РФ №2391425, опубл. 10.06.2010. Бюл. № 16.
- Сидельников С.Б., Мальцев Э.В., Довженко Н.Н. и др. Сплав на основе золота белого цвета 585 пробы. Патент РФ №2430982, опубл. 10.10.2011, Бюл. №28.

### Анализ технологического процессаковки–протяжки с помощью моделирования в DEFORM–3D

Таупек И.М., к.т.н. доц. Алексеев П.Л.,  
 СТИ НИТУ МИСиС, ЭПИ НИТУ МИСиС  
 8(916)665-43-95, wert8608@mail.ru, 8(905)749-20-81, wizard3@mail.ru

*Аннотация.* В статье рассмотрено моделирование существующего технологического процессаковки–протяжки, применяемого на ОАО «МЗ «Электросталь» для получения круглого профиля с использованием метода конечных элементов.

*Ключевые слова:* ковка, моделирование, метод конечных элементов, МКЭ

Для оценки напряженно–деформационного состояния поковок при применяемом на ОАО «МЗ «Электросталь» технологическом процессе было произведено моделирование операцииковки–протяжки с использованием метода конечных элементов. Моделирование осуществлялось в программном комплексе DEFORM–3D.

Согласно применяемому технологическому процессу, исходный слиток, изображённый на рисунке 1, сначала протягивается в плоских бойках до поковки квадратного сечения, затем происходит сбивка углов для получения восьмигранного профиля. Далее ковка ведётся в вырезных бойках для получения готового круглого профиля. Применяемые технологические переходы показаны на рисунке 2.

Моделирование процесса осуществлялось следующим образом: в редакторе SolidWorks были созданы трёхмерные модели рабочего инструмента (плоские и вырезные бойки) и слитка, которые совмещались в сборку. Далее полученная сборка импортировалась в DEFORM, где модель слитка разбивалась на конечно–элементную сетку, состоящую из 40000 элементов (в процессе моделирования число элементов было увеличено до 65000). Модели бойков на КЭ сетку не разбивались. Слитку присваивались реологические свойства стали AISI–321 (база материалов DEFOEM не содержит отечественных марок, поэтому данная сталь была выбрана как наиболее близкий аналог 12X18H10T, которая применяется в реальном процессековки). Затем в модуле DEFORM–3D Multiple Operations задавалась последовательность обжатий, подач и кантовок заготовки, соответствующая реальному маршрутуковки, и запускался расчёт. После моделирования серии проходов и увеличения длины поковки в 5 раз, она, в соответствии с реальным технологическим процессом, была разделена на несколько частей (при этом для облегчения данного процесса вместо моделирования рубки применялась операция отсечения части заготовки). После разделения и подогрева заготовки моделирование продолжалось до получения готового профиля. Модели бойков, слитка и заготовки во времяковки показаны на рисунке 3.

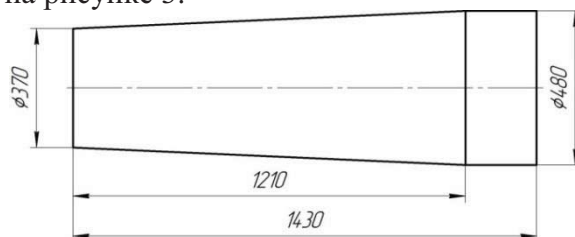


Рисунок 1. Применяемый слиток

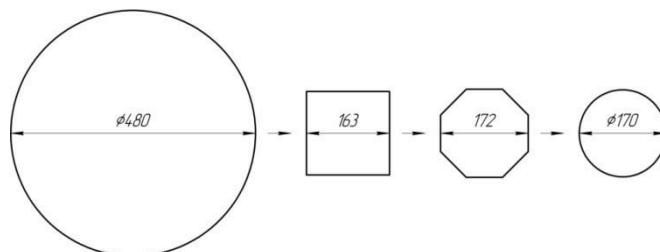
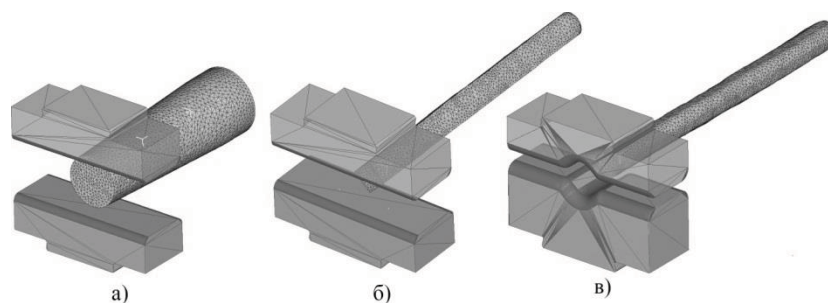


Рисунок 2. Технологические переходыковки



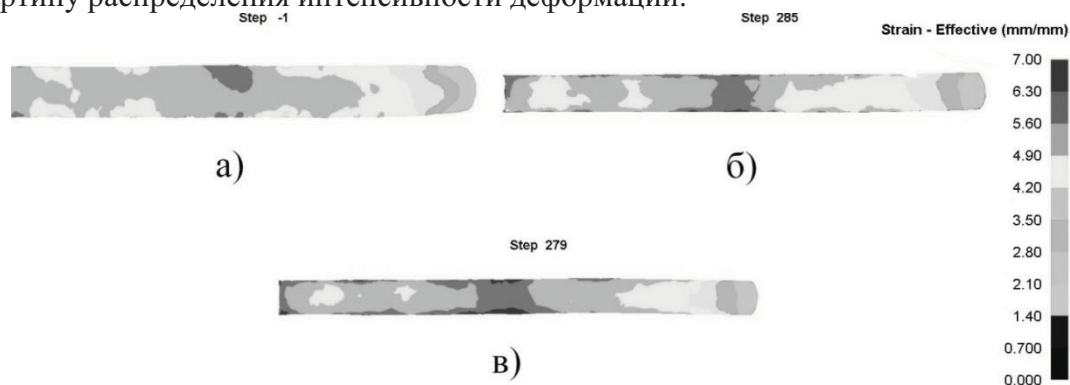
а) – первоначальная стадия, б) – получение промежуточного квадрата, в) – проглажка заготовки в вырезных бойках

Рисунок 3. Импортированные в DEFORM модели

При расчёте моделировался только деформирующий ход бойков (подъем верхнего бойка и подача заготовки осуществлялись между шагами моделирования), поэтому время, затраченное на каждый проход в симуляции, оказывалось меньше времени реального процесса, что могло в итоге вызвать большие погрешности в тепловом поле заготовки. Для предотвращения этого несколько раз за каждый проход и во время кантовок бойки разводились и производилось охлаждение заготовки. Время охлаждения устанавливалось таким образом, чтобы оно совместно со временем деформации составляло время реального процесса.

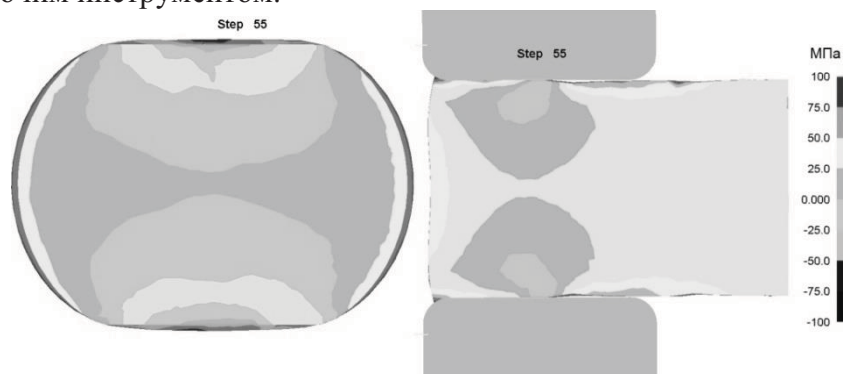
Далее производился анализ полученных данных. Были рассмотрены напряжённо-деформационное состояние, тепловое поле заготовки, оценена проработка структуры и повреждаемость. На заготовку наносились сечения: продольное и поперечное, это позволило оценить НДС в очаге деформации.

На основании анализа можно сделать вывод, что большая часть формоизменения металла производится во время ковки в плоских бойках, а вырезные служат по большей части только для придания восьмигранной заготовке необходимого круглого сечения. Это заметно по распределению интенсивности деформаций в поковке: после основной протяжки слитка, показанной на рисунке 4а, максимальное значение интенсивности деформаций составляет 7. После сбивки углов, рисунок 4б – 10,7, а после ковки в вырезных бойках, рисунок 4в – 10,8. Сравнение рисунков 4б и 4в показывает, что применение вырезных бойков мало меняет общую картину распределения интенсивности деформаций.



**Рисунок 4. Распределение интенсивности деформаций**

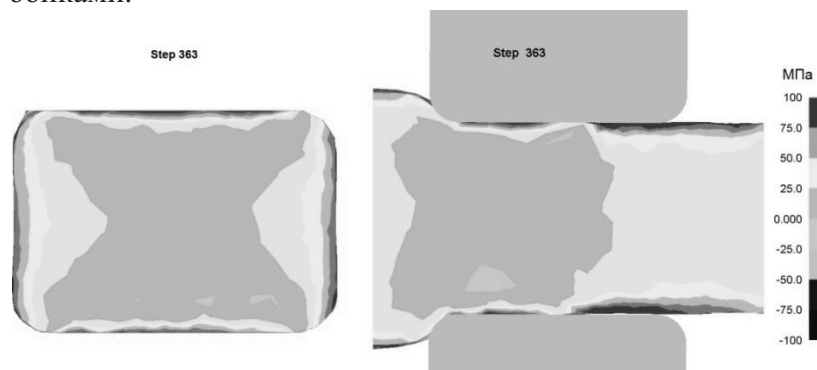
Ковка в плоских бойках может привести к появлению растягивающих напряжений как по бокам заготовки, так и в осевой зоне. Данная картина показана на рисунке 5: в начальной стадии процесса слиток имеет исходное круглое поперечное сечение и бойки соприкасаются с относительно небольшой частью заготовки. При подобной деформационной схеме сжимающие напряжения возникают только в зоне непосредственно под бойками и практически не проникают до центра поковки. Высокие растягивающие напряжения наблюдаются также в боковых областях заготовки, это вызвано тем, что здесь течение металла свободное и не ограничено рабочим инструментом.



**Рисунок 5. Максимальные главные напряжения в начальной стадии процесса**

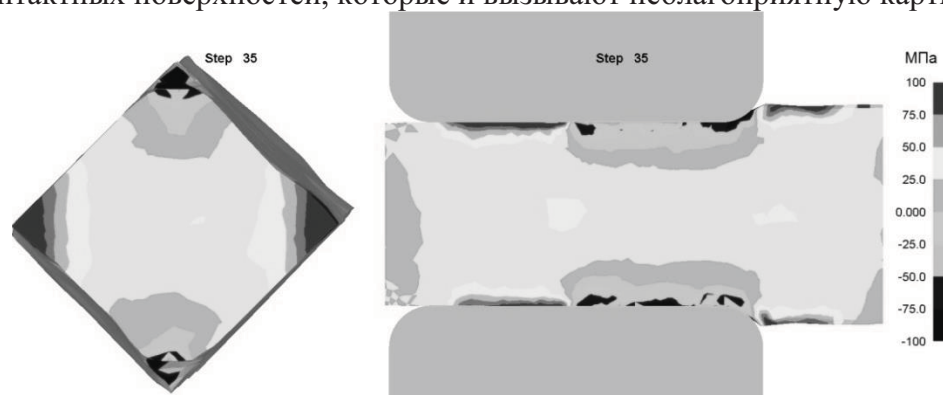
Когда заготовка приобретает прямоугольное поперечное сечение, НДС улучшается. Как видно из рисунка 6, сжимающие напряжения распространяются до осевой зоны поковки,

однако, в боковых областях всё также сохраняются высокие растягивающие напряжения. При операции по сбивке углов, показанной на рисунке 7, НДС становится аналогичным начальной стадии процесса: контакт между поковкой и бойками происходит только в двух точках – ребрах квадрата поперечного сечения. Совместно с небольшими единичными обжатиями это вызывает появление растягивающих напряжений в осевой и боковых зонах заготовки. Сжимающие напряжения снова появляются только в областях, расположенных непосредственно под бойками.



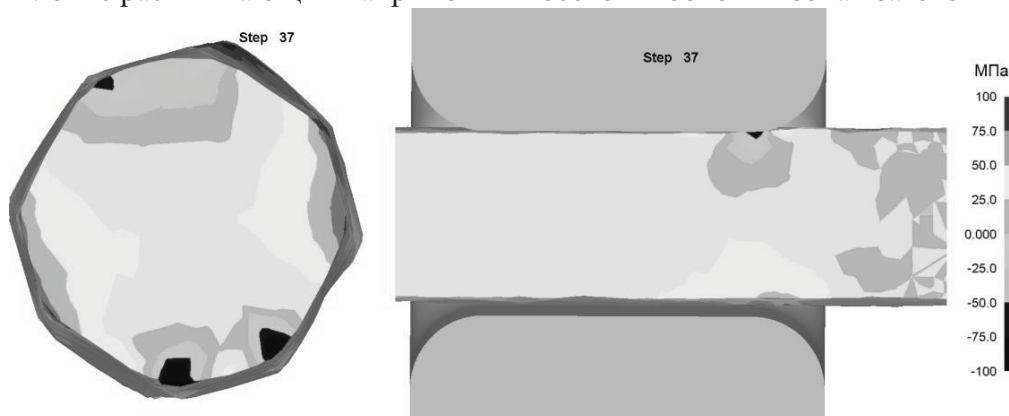
**Рисунок 6. Максимальные главные напряжения в середине процесса**

Это вызвано особенностями протяжки восьмигранной поковки и вырезных бойков: на рисунке 9а показана схема контакта заготовки в первоначальный момент и после кантовки (кантовка производится после каждого единичного обжатия). Контакт происходит по углам поковки, при этом непосредственно под бойками возникают напряжения сжатия (хорошо видны на поперечном разрезе на рисунке 8). Но из-за небольших единичных обжатий (на рисунке 9б показано итоговое положение бойков), данные напряжения не проникают в осевую зону поковки. Таким образом, на всём протяжении протяжки образуется несколько небольших контактных поверхностей, которые и вызывают неблагоприятную картину НДС.

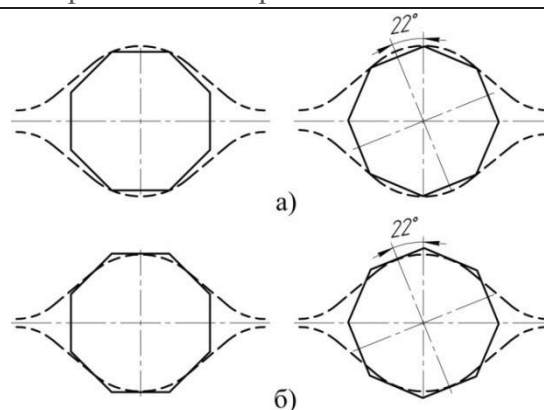


**Рисунок 7. Максимальные главные напряжения в конце процесса**

Дальнейшая ковка в вырезных бойках, как видно из рисунка 8, также периодически вызывает появление растягивающих напряжений в осевой и боковых зонах заготовки.



**Рисунок 8. Максимальные главные напряжения при ковке в вырезных бойках**



**Рисунок 9. Схема обжатий в вырезных бойках**

Итоговый анализ результатов моделирования позволяет сделать выводы о неблагоприятной схеме НДС металла во времяковки по существующему технологическому процессу. Причиной этого является применение только плоских бойков для операцииковки–протяжки. Использование вырезных бойков в финальных стадиях не способствует улучшению состояния НДС металла, т.к. они применяются по большей части для проглаживания поковки.

Как неоднократно описано в литературных источниках [1,2], подобная схемаковки применима для сталей с высокой пластичностью (углеродистые, нержавеющие стали). Поэтому в данном случае возникающие растягивающие напряжения не приводят к возникновению дефектов. Однако при производстве поковок из жаропрочных сталей (составляющих большую часть производимой предприятием продукции) по подобной технологии высока вероятность появления трещин, разрывов и других дефектов, что и наблюдается при реальном процессековки.

#### Литература

1. Технология кузнечно-штамповочного производства, издание второе переработанное. Охрименко Я.М. М. Машиностроение, 1976. 560с.
2. Пластическая деформация высоколегированных сталей и сплавов. Дзугутов Я.М. Изд. 2–е, перераб. и доп. М., Металлургия, 1977. 480с.

#### **Моделирование процесса комбинированного выдавливания с целью оценки предельного формоизменения заготовок из различных материалов**

д.т.н. проф. Огородников В.А., Деревенько И.А.  
 Винницкий национальный технический университет  
[va.ogorodnikov@mail.ru](mailto:va.ogorodnikov@mail.ru), [ira.derevenko@mail.ru](mailto:ira.derevenko@mail.ru)

*Анотация.* Предложен способ моделирования процесса комбинированного выдавливания, основанный на гипотезе о силовом и кинематическом подобии параметров деформирования. Показана целесообразность расчета ресурса пластичности при комбинированном выдавливании с помощью критерия разрушения, учитывающего влияние третьего инварианта тензора напряжений на пластичность заготовок, деформируемых в условиях объемного напряженного состояния.

*Ключевые слова:* моделирование, ресурс пластичности, деформируемость, критерий разрушения.

#### Введение

Потребность в широкой номенклатуре изделий сложной формы в машиностроении непрерывно растет. Детали типа втулок с переменной толщиной стенки имеют сложный профиль в меридиональном сечении и обработка их резанием трудоемка, малоэффективна и сопровождается большим расходом металла. Кроме того, обработка резанием зачастую создает неблагоприятную технологическую наследственность. Очевидно, что методы холодной