

ва. –Т1-2.- М.: Машиностроение, 1967-1968.

4. Семенов Е.И. Ковка и штамповка. - М.: Машиностроение, 2010

5. Соколов А.В., Палтиевич А.Р., Кирилянчик А.С. Проектирование технологических процессов кузнечно – штамповочного производства. - М.: МАТИ, 2007.

6. Губкин С. И. Пластическая деформация металлов. Т.1-3. — М.: Металлургиздат, 1960-61.

Разработка подсистемы САПР технологических процессов производства ювелирных изделий

Сидельников С.Б., Довженко Н.Н., Гайлис Ю.Д., Лебедева О.С.

*Сибирский федеральный университет
8 (391) 206-37-31, sbs270359@yandex.ru*

Анотация. Разработаны алгоритмы и методики проектирования технологических процессов листовой, сортовой прокатки и волочения длинномерных полуфабрикатов для производства ювелирных изделий из драгоценных металлов и их сплавов. Создано программное обеспечение, позволяющее рассчитать деформационные режимы и энергосиловые параметры проектируемых процессов с визуализацией данных в табличном и графическом видах. Проведена адаптация разработанной САПР к условиям производства ювелирных цепей из золота 585 пробы на Красноярском заводе цветных металлов.

Ключевые слова: САПР, ювелирное производство, обработка металлов давлением, прокатка, волочение

Введение

Для автоматизации трудоемких расчетов многопереходных процессов прокатки и волочения целесообразно применять системы автоматизированного проектирования (САПР). Эффективность таких систем существенно повышается при адаптации САПР к конкретному производственному процессу, в качестве которого для отладки программного обеспечения был выбран технологический процесс получения длинномерных полуфабрикатов для изготовления ювелирных изделий на ОАО «Красноярский завод цветных металлов» (ОАО «Красцветмет»). Как показал анализ научно-технической литературы, существующие программные продукты имеют узкую область применения и высокую вероятность ошибки при расчетах энергосиловых параметров для обработки драгоценных металлов (золота, серебра, палладия и др.) и их сплавов, информация по механическим свойствам которых отсутствует.

Полуфабрикатами при производстве ювелирных изделий, независимо от применяемой технологии и материалов, являются: ленты и полосы, полученные холодной листовой прокаткой (для дальнейших операций штамповки, вырубки и др.), а также прутки после сортовой прокатки для последующего волочения проволоки. Актуальность разработки программного обеспечения для сопровождения таких технологических процессов изготовления изделий из сплавов драгоценных металлов не вызывает сомнений. При этом потребность в подобных САПР существенно возрастает при проектировании технологий производства деформированных полуфабрикатов из новых сплавов, а также для решения задач их обработки методом холодной сортовой прокатки, для которой в литературе отсутствуют методики расчета формоизменения и силовых затрат.

Постановка задачи

В связи с этим в рамках создания САПР производства ювелирных изделий разработана подсистема «PROVOL» для проектирования процессов листовой, сортовой прокатки и волочения длинномерных полуфабрикатов, которая позволяет производить выбор оборудования, многооперационные расчеты технологических параметров обозначенных процессов и использовать базу данных со свойствами наиболее распространенных цветных металлов и сплавов, в том числе драгоценных.

Результаты

Программа «PROVOL» разработана для сопровождения технологических расчетов при получении длинномерных полуфабрикатов из драгоценных металлов и их сплавов и реализована в среде программирования Delphi производства корпорации Borland. Алгоритм включает формирование исходных данных, расчет геометрических размеров обрабатываемого металла, расчет режимов обжатий по проходам, определение энергосиловых параметров, визуализацию расчетных данных, построение калибровки валков. В разработанной программе используются методики определения деформационных режимов прокатки и волочения, разработанные учеными кафедры обработки металлов давлением института цветных металлов и материаловедения Сибирского федерального университета. Расчеты по программе ведутся с учетом ограничивающих факторов, в числе которых допустимые усилие и момент прокатки, кинематические характеристики оборудования, критические значения коэффициента запаса при волочении и др. Кроме того, учитывается мультипликативность коэффициента суммарной вытяжки и аддитивность обжатий по проходам.

Структурная схема программы представлена на рисунок 1. Подсистема включает три модуля «Листовая прокатка», «Сортовая прокатка», «Волочение», которые могут использоваться как в общем алгоритме расчета, так и для проведения вычислений для одного выбранного вида обработки. Первый модуль подразделяется на два блока расчета в зависимости от выбираемой группы оборудования – реверсивные или непрерывные станы. С его помощью осуществляется проектирование режимов горячей и холодной листовой прокатки. Во всех модулях подсистемы для удобства пользователя разработан одинаковый интерфейс, а окна имеют аналогичный вид. В качестве выходной информации программа формирует таблицы результатов и графики зависимостей рассчитанных параметров процессов в зависимости от номера прохода.

Информация по механическим свойствам материалов и характеристикам оборудования хранится в базе данных сплавов и оборудования, созданной в программном продукте MS Access. База данных может работать автономно или в комплексе с программой для проектирования технологических режимов прокатки и волочения. Данные систематизированы так, что их извлечение удобно в рамках предложенных алгоритмов для программного комплекса, а расширение базы за счет информации по свойствам новых сплавов или характеристик дополнительного оборудования удобно для пользователя.

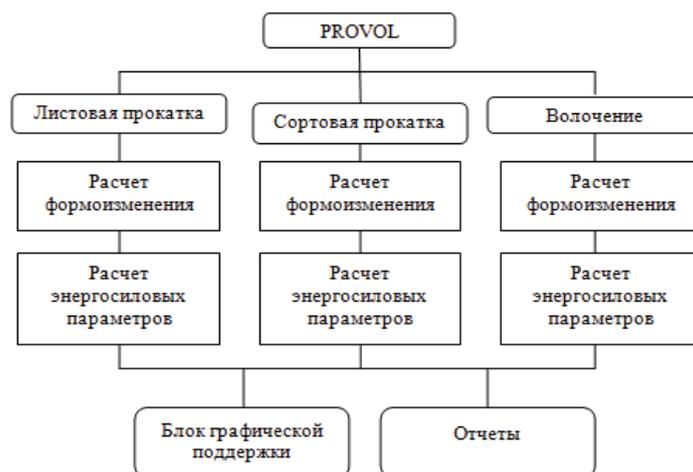


Рисунок 1. Структурная схема программы «PROVOL»

С помощью описанной выше подсистемы в модуле для расчета сортовой прокатки проектируются не только технологические параметры процесса, но и калибры, применяемые для прокатки в производственных условиях ОАО «Красцветмет». Особенность применяемой на производстве калибровки, близкой к системе «ромб-квадрат», заключается в геометрии калибров: поперечное сечение прокатываемого прутка представляет собой ромб со срезанными вершинами (восьмигранник). Научно-обоснованные методики расчетов параметров

сортовой прокатки разработаны для горячей обработки сталей [1], в том числе для системы калибров «ромб-квадрат», поэтому авторами была усовершенствована данная методика расчета формоизменения металла для холодной прокатки и создана методика расчета энергосиловых параметров прокатки сплавов драгоценных металлов [2, 3] по схеме, применяемой на ОАО «Красцветмет». На основе данных методик был разработан алгоритм модуля «Сортовая прокатка», который лег в основу подсистемы «PROVOL».

Отработка функционирования подсистемы «PROVOL» была проведена для производственных условий ОАО «Красцветмет» по изготовлению проволоки для ювелирных цепей из новых сплавов золота 585 пробы [4, 5]. В соответствии с заводской технологией прутки диаметром 8 мм подвергают сортовой прокатке до раската со стороной 3,6 мм (средняя вытяжка составляет $\lambda_{cp} = 1,16$), при этом прокатка ведется на стане “Flamog TL 12T”. Далее прокатка ведется на станах типа BILER и полученная заготовка размером 1,24 мм с целью получения проволоки диаметром 0,25 мм подвергается холодному волочению на стане типа 10NFS COMEVI.

Выполнение процедур автоматизированного проектирования осуществляются в следующей последовательности. При запуске программы выбирается модуль подсистемы «Сортовая прокатка». В открывшемся окне задаются исходные данные, выбираются с помощью базы данных оборудование и марка обрабатываемого сплава. Далее программа автоматически производит расчет необходимого количества проходов, открывая соответствующее число ячеек для ввода пользователем значений коэффициентов вытяжек по проходам. Результаты расчетов выводятся на монитор в виде таблицы (рисунок 2).

При необходимости в блоке графической поддержки программа выводит на экран графики зависимостей определяемых параметров от номера прохода. В качестве примера приведен график изменения размера (стороны) калибра по проходам в процессе прокатки (рисунок 3).

Все данные экспортируются в программный продукт MS Excel, где для удобства анализа и дальнейшей обработки информации формируется отчет, содержащий исходные данные и результаты расчетов в табличном виде, а также основные графики зависимостей определяемых параметров.

Кроме того, в подсистеме предусмотрена возможность формирования чертежей калибров на основании рассчитанных геометрических характеристик (рисунок 4).

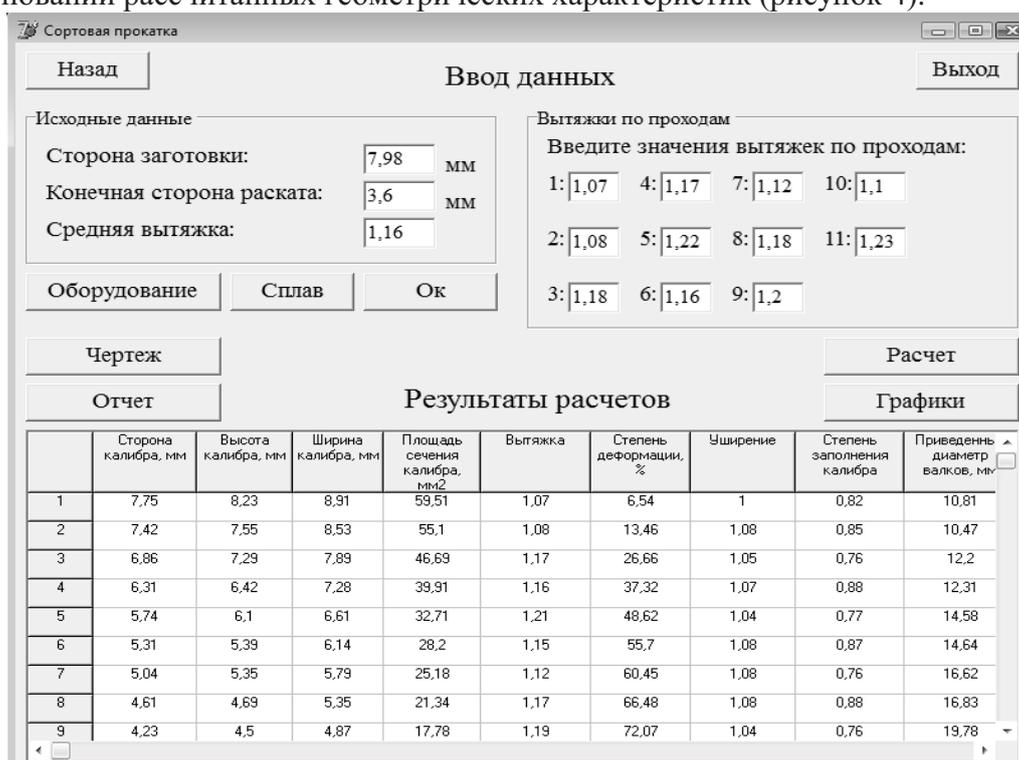


Рисунок 2. Окно подсистемы для расчета параметров сортовой прокатки

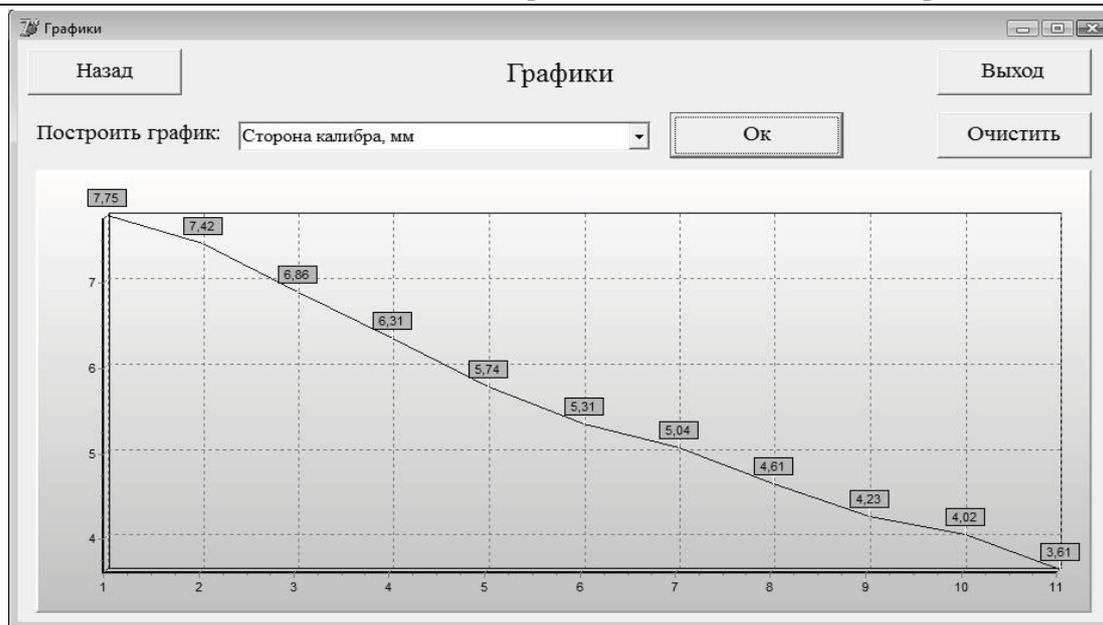


Рисунок 3. Окно графической поддержки для демонстрации результатов расчета размеров калибра в зависимости от номера прохода

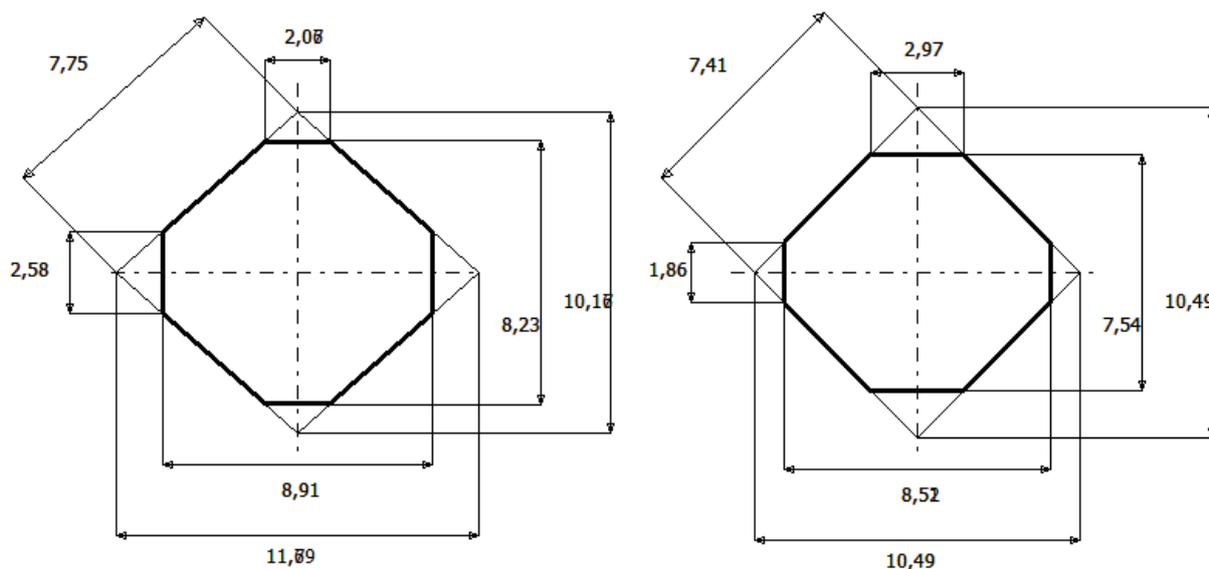


Рисунок 4. Фрагмент построения чертежей калибров

Расчеты процесса волочения проводятся по аналогичной методике, при этом с помощью модуля подсистемы «Волочение» рассчитываются диаметры полуфабрикатов по переходам, напряжение волочения, коэффициенты запаса и усилие волочения (рисунок 5).

Проектирование параметров процессов сортовой прокатки и волочения проводилось в рамках анализа и усовершенствования существующих схем обработки при апробации новых сплавов золота красного и белого цвета 585 пробы в промышленных условиях ОАО «Красцветмет». В результате опытно-промышленных испытаний установлено, что при производстве ювелирных цепей из красного золота типа «Снейк» из проволоки диаметром 0,25 мм выход годного составил 79,65% при среднем выходе на производстве по данной номенклатуре 69,92%. Подобный эффект достигается за счет применения рационального маршрута обработки, рассчитанного с помощью программы, позволяющего равномерно распределить обжатия по проходам, повысить качество заготовки и добиться снижения брака на операции цепевязания. Подсистема «PROVOL» внедрена также в учебный процесс и используется при обучении студентов по направлению подготовки «Металлургия» и специальности «Обработка металлов давлением».

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 МИСУС, ЭПИ НИТУ МИСУС
 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