

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА ДЛИННОМЕРНЫХ
ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ БЕЛОГО ЗОЛОТА 585 ПРОБЫ**

Гайлис Ю. Д.

**научный руководитель – д-р техн. наук, профессор Сидельников С. Б.
*Сибирский федеральный университет***

Развитие процессов производства деформированных полуфабрикатов из цветных металлов и сплавов связано с проектированием технологических параметров. Для автоматизирования многооперационных расчетов таких процессов актуально применение системы автоматизированного проектирования (САПР). Адаптация таких систем к конкретному производственному процессу существенно повышает их эффективность. Как показал анализ научно-технической литературы, существующие программные продукты имеют узкую область применения и высокую вероятность ошибки при расчетах энергосиловых параметров для обработки новых, в том числе драгоценных, металлов 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. 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. В связи с этим для анализа и оптимизации технологических режимов производства длинномерных полуфабрикатов для получения ювелирных изделий на ОАО «Красноярский завод цветных металлов» (ОАО «Красцветмет») было разработано программное обеспечение «PROVOL», позволяющее проектировать параметры холодной листовой, сортовой прокатки и волочения и адаптированное к заводским условиям.

Созданная программа 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 САПР используются методики определения деформационных режимов прокатки и волочения, разработанные учеными кафедры обработки металлов давлением института цветных металлов и материаловедения Сибирского федерального университета.

Программа включает три модуля – «Листовая прокатка», «Сортовая прокатка», «Волочение», которые могут использоваться, как в общем алгоритме расчета, так и для проведения вычислений для одной выбранной операции. Первый модуль подразделяется на два блока расчета в зависимости от выбираемой группы оборудования – реверсивные или непрерывные станы. Во всех модулях подсистемы для удобства пользователя разработан одинаковый интерфейс, а окна имеют аналогичный вид. В качестве выходной информации программа формирует таблицы результатов, графики зависимостей рассчитанных параметров процессов в зависимости от номера прохода и отчеты.

В модуле для расчета сортовой прокатки проектируются не только технологические параметры процесса, но и калибры, применяемые для прокатки в производственных условиях на 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 данная методика расчета формоизменения и определения энергосиловых параметров была адаптирована для холодной прокатки сплавов драгоценных металлов [2, 3] по схеме, применяемой на производстве. На основе данных методик был разработан алгоритм модуля «Сортовая прокатка», который лег в основу подсистемы САПР «PROVOL».

Информация по механическим свойствам материалов и характеристикам оборудования хранится в базе данных сплавов и оборудования, созданной в программном продукте MS Access. 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. База данных может работать автономно или в комплексе с программой для проектирования технологических режимов прокатки и волочения.

Разработанная программа позволяет проектировать параметры процессов получения деформированных полуфабрикатов из наиболее распространенных цветных металлов и сплавов. Отработка функционирования подсистемы «PROVOL» была проведена для производственных условий ОАО «Красцветмет» по изготовлению проволоки для ювелирных цепей из нового сплава золота 585 пробы белого цвета [4]. В соответствии с заводской технологией прутки диаметром 10 мм подвергают сортовой прокатке в три этапа: на стане «Flamor TL 12T» до стороны раската 4,6 мм (средняя вытяжка составляет $\lambda_{cp} = 1,16$) и станах типа BILER. Далее полученная заготовка (приведенный диаметр 1,24 мм) с целью получения проволоки диаметром 0,25 мм подвергается холодному волочению на стане типа 10NFS COMEVI.

The screenshot shows a software window titled "Сортовая прокатка" with a "Ввод данных" (Data Entry) section. It contains input fields for "Исходные данные" (Initial data) and "Вытяжки по проходам" (Drawings by passes). Below the input fields are buttons for "Оборудование" (Equipment), "Сплав" (Alloy), "Ок" (OK), "Чертеж" (Drawing), "Расчет" (Calculation), and "Отчет" (Report). The "Результаты расчетов" (Calculation Results) section displays a table with 10 columns: "Сторона калибра, мм" (Caliber side, mm), "Высота калибра, мм" (Caliber height, mm), "Ширина калибра, мм" (Caliber width, mm), "Площадь сечения калибра, мм²" (Caliber cross-sectional area, mm²), "Вытяжка" (Drawing), "Степень деформации, %" (Degree of deformation, %), "Уширение" (Expansion), "Степень заполнения калибра" (Caliber filling degree), and "Приведенный диаметр вала, мм" (Reduced roller diameter, mm). The table contains 9 rows of data corresponding to different passes.

	Сторона калибра, мм	Высота калибра, мм	Ширина калибра, мм	Площадь сечения калибра, мм²	Вытяжка	Степень деформации, %	Уширение	Степень заполнения калибра	Приведенный диаметр вала, мм
2	7,56	8,02	8,69	57,15	1,09	27,18	1,08	0,76	11,08
3	7,41	7,54	8,52	54,95	1,04	29,98	1,09	0,83	10,49
4	6,82	7,24	7,84	46,57	1,17	40,66	1,05	0,77	12,28
5	6,3	6,41	7,27	39,8	1,16	49,28	1,07	0,87	12,32
6	5,71	6,06	6,56	32,62	1,21	58,43	1,03	0,77	14,67
7	5,3	5,38	6,13	28,12	1,15	64,16	1,08	0,87	14,66
8	5,01	5,32	5,76	25,11	1,12	68	1,07	0,76	16,72
9	4,59	4,67	5,33	21,16	1,18	73,04	1,08	0,88	16,9

Рисунок 1 – Окно программы для расчета параметров сортовой прокатки

Выполнение процедур автоматизированного проектирования осуществляются в следующей последовательности. При запуске программы выбирается модуль подсистемы «Сортовая прокатка». В открывшемся окне задаются исходные данные, выбираются из 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 (рис. 1). При необходимости в блоке графической поддержки формируются графики зависимостей определяемых параметров от номера прохода (рис. 2).

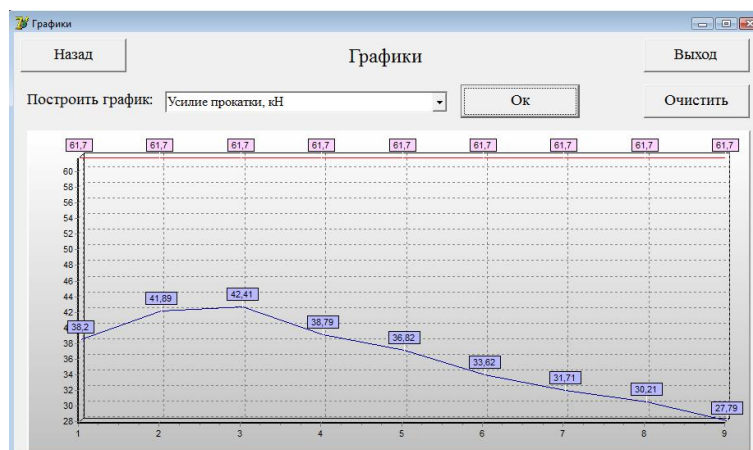


Рисунок 2 – Окно графической поддержки

Все данные экспортируются в программный продукт MS Excel, где для удобства анализа и дальнейшей обработки информации формируется отчет, содержащий исходные данные и результаты расчетов. Кроме того в подсистеме предусмотрена возможность формирования чертежей калибров на основании рассчитанных геометрических характеристик (рис. 3).

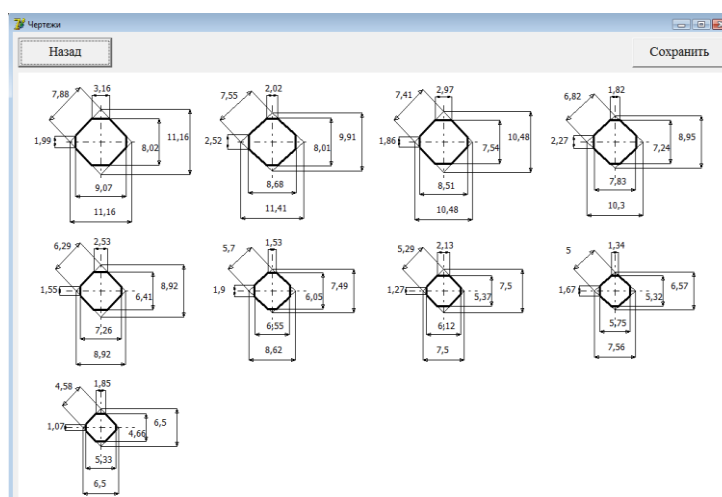


Рисунок 3 – Окно графической поддержки для представления чертежей проектируемых калибров

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 (рис.4).

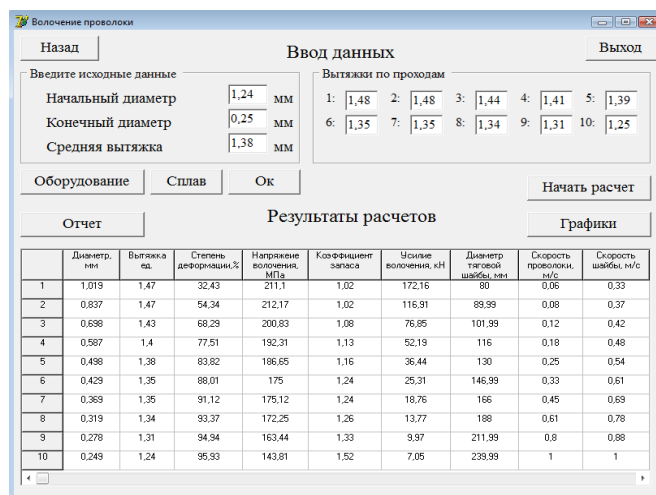


Рисунок 4 – Окно программы для расчета параметров волочения

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 из проволоки диаметром 0,25 мм существенно повышает выход годного по сравнению со средним на производстве. Подсистема «PROVOL» внедрена также в учебный процесс и используется при обучении студентов по направлению подготовки «Металлургия» и специальности «Обработка металлов давлением».

Таким образом, с помощью программы «PROVOL» для проектирования 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 изготовления ювелирных цепей в производственных условиях.

Литература

1. Смирнов В.К., Шилов В.А., Инатович Ю.В. Калибровка прокатных валков: Учебное пособие для вузов. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Теплотехник, 2010.
2. 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.
3. 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.
4. 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.