

Литература

1. Касперски, К. Восстановление данных. Практическое руководство / К. Касперски, В. А. Холмогоров, К.С. Кирилова; под ред. К. Касперски. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. : БХВ-Петербург, 2021. – 288 с.

2. Кэрриэ, Б. Криминалистический анализ файловых систем / Б. Кэрриэ. – СПб. : Питер, 2007. – 480 с.

А. Р. Рахматулаев
(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)
Науч. рук. **С. И. Прач**, ст. преподаватель

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЫ В ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВОЛОЧЕНИЯ ПРОВОЛОКИ

Системы компьютерной алгебры (СКА) становятся незаменимым инструментом в различных областях науки, техники и образования, включая обработку металлов давлением. Системы MathCAD, MatLab, Maple, Mathematica, Reduce, MuPAD, Derive, Magma, Macsyma и Axiom пользуются особой популярностью в преподавании математических дисциплин, научных исследованиях и промышленности. В обработке металлов давлением СКА применяются для оптимизации технологических процессов, в частности, волочения проволоки.

Волочение – это процесс протягивания металла через волочильный инструмент для уменьшения его поперечного сечения. В процессе волочения происходят изменения геометрической формы, размеров, а также физико-механических свойств металла.

Одной из важнейших проблем при волочении проволоки является ее обрывность, обусловленная снижением пластичности. Для решения этой проблемы была разработана методика оптимизации маршрутов волочения [1-3]. Для автоматизации и упрощения расчетов используется пакет MathCAD. Методика включает следующие этапы:

1. Вводим исходные параметры для построения маршрута волочения (пример см. рисунок 1).

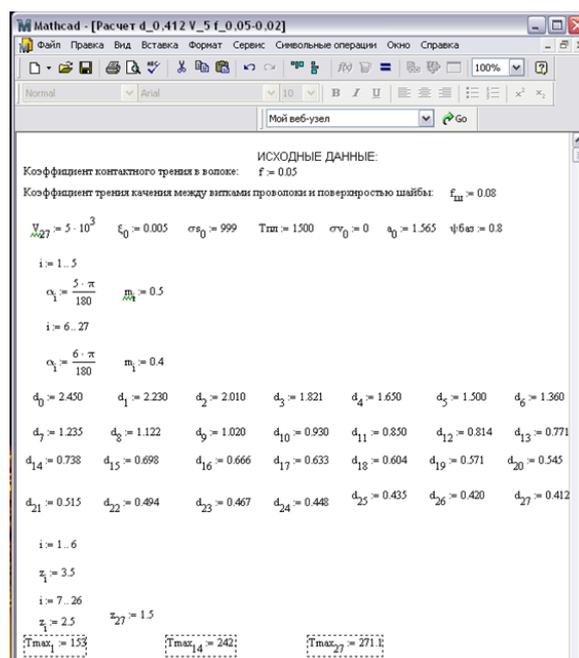


Рисунок 1 – Исходные данные

2. Рассчитываем базовый процесс волочения для заданного диаметра и требуемых свойств проволоки, который создает относительно стабильное хорошее качество проволоки. В процессе расчета определяем значения деформационно-кинематических параметров волочения и энергосиловых режимов волочения (рисунок 2).

ВЫЧИСЛЕНИЯ:

$$i := 1..27$$

$$\mu_i := \frac{(d_{i-1})^2}{(d_i)^2}$$

$$i := 27..1$$

$$v_{i-1} := \frac{v_i}{\mu_i}$$

$$i := 1..27$$

$$\lambda_i := \frac{(d_{i-1} - d_i)}{2 \cdot \tan(\alpha_i)} \quad t_i := \frac{1}{v_i}$$

$$\lambda_{\Sigma} := \frac{(d_{i-1})^2 - (d_i)^2}{(d_{i-1})^2} \quad \xi_i := \frac{\delta_i}{t_i} \quad Z_i := 1.374 + 0.114 \cdot \log(\xi_i)$$

$$\epsilon_{\Sigma_i} := \ln \left[\frac{(d_0)^2}{(d_i)^2} \right] \quad \sigma_i := (1.374 + 0.114 \log(\xi_i)) (999 + 544.31 \ln(\epsilon_i))$$

$$\frac{T_{max_i}}{T_{гр}} = 0.102 \quad \frac{T_{max_{1d}}}{T_{гр}} = 0.161 \quad \frac{T_{max_{27}}}{T_{гр}} = 0.181 \quad 0.181 < 0.3 \quad \sigma_{s_i} := \sigma_{s_{i-1}} \cdot \sqrt{\frac{d_{i-1}}{d_i}}$$

$$Z_i = 0.999034 \cdot \left(\frac{\xi_i}{\xi_0} \right)^{0.0324075} \quad \sigma_{s_i} := \sigma_{s_0} + 544.311 \cdot (\epsilon_{\Sigma_i})$$

$$\sigma_{s_i} = Z_i \cdot \sigma_{s_i} \quad Z_i = 0.899034 \cdot \left(\frac{\xi_i}{\xi_0} \right)^{0.010}$$

Итого: $w_i := \frac{\sigma_{s_i} - \sigma_{s_{i-1}}}{\mu_i - 1}$

Рисунок 2 – Пример выполнения расчета

3. Все параметры, рассчитанные в пункте 2, должны находиться в допустимых пределах, заданных техническими характеристиками волочильного оборудования и свойствами обрабатываемой стали.

4. Вводим изменения в режим волочения рассчитанного процесса с целью его оптимизации. Для этого формируем исходные данные (по пункт 1) для измененного процесса с изменением предлагаемых для оптимизации режимов волочения с сохранением величины конечного диаметра проволоки и ее свойств в конце волочения. Расчет измененного процесса выполняется в соответствии с измененными исходными данными по пунктам 2, 3 разработанной методики.

5. Выполняют общую оценку оптимизации маршрута волочения.

Пример оптимизации маршрута волочения с использованием пакет MathCAD ультравысокопрочной проволоки (УТ) диаметром $d_k = 0,35$ мм из стали 96, микролегированной хромом на волочильном стане тонкого волочения НТ12.6 из заготовки диаметром $d_0 = 2,3$ мм, при базовой температуре поверхности проволоки $t_{II} = 540$ °С по предложенной методике были получены диаметры валок на каждом переходе, с учетом требований: 2300-2116-1934-1768-1616-1477-1350-1234-1128-1031-942-861-787-720-658-601-550-506-466-429-394-369-350, мкм, и другие параметры волочения.

По результатам оптимизации, представленным в таблице 1, режим волочения с 7-ю сдвоенными волоками при скорости волочения 5,5 м/с признан наиболее эффективным по сравнению с другими рассмотренными вариантами.

Таблица 1 – Результаты оптимизации нового маршрута волочения

Маршрут волочения	t_{II} , °C
21 волока, 10 м/с	738
21 волока, 4 м/с, базовый	529
28 волок, (7 сдвоенных), 4 м/с	492
28 волок, (7 сдвоенных), 5,5 м/с	544
28 волок, (7 сдвоенных), 6 м/с	560

Применение СКА позволяет автоматизировать и упростить расчеты по оптимизации маршрутов волочения проволоки. Это обеспечивает снижение обрывности проволоки и улучшение ее качества. СКА также сокращают сроки исследований и повышают точность получаемых результатов.

Литература

1. Колмогоров, В. Л. Напряжения. Деформации. Разрушения / В. Л. Колмогоров – М. : Металлургия, 1970 – 162 с.
3. Колмогоров, В. Л. Механика обработки металлов давлением / В. Л. Колмогоров – М. : Металлургия, 1986. – 688 с.
4. Бобарикин Ю. Л. Температурно-деформационный критерий оптимизации маршрутов волочения тонкой высокоуглеродистой проволоки / Ю. Л. Бобарикин, С. В. Авсейков, А. В. Веденеев, И. Н. Радькова // Ежеквартальный научно-производственный журнал «Литье и металлургия», 3 выпуск. – Минск : Изд-во БНТУ, 2012. – С. 205–209.

С. Д. Резанко
(БрГТУ, Брест)

Науч. рук. **В. И. Гладковский**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЦЕННОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА ТЕМПЕРАТУРЫ

Тепловизионное обследование – это способ диагностики помещения с помощью специального измерительного прибора, тепловизора, позволяющая провести осмотр в инфракрасном спектре. Портативные тепловизоры хорошо известны тем, что измеряют температуру механического или электрического оборудования, производственного оборудования и горячих точек для обнаружения неисправностей или надвигающихся ситуаций отказа. Фактически, такое применение можно найти на всех промышленных объектах, от производства до электростанций. Это технология создает привлекательный эффект, который очень легко увидеть глазами с помощью портативного тепловизора инфракрасного излучения, а бесконтактные датчики температуры уже давно используются повсеместно. Однако способность тепловизора улавливать распределение температуры и можно точно определять местоположение горячих точек совсем невелика.

Другими словами, хотя портативные инструменты хороши в предоставлении бесценной информации для некоторых приложений, их недостаток заключается в том, что такая информация доступна только на время использования. По этой причине есть необходимость в непрерывном 24-часовом ежедневном мониторинге температуры в зонах, которые наиболее важны для работы установки с точки зрения производительности или безопасности.

Тепловизионные технологии используются для улучшения работы оборудования и систем, сохраняя при этом высокое качество производства. Измерение температуры