

ЛИТЕРАТУРА

1. Кутателадзе С. С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление. – М.: Стройиздат, 1990. – 368 с.
2. Кутателадзе С. С. Основы теории теплообмена. – Новосибирск: Наука, 1970. – 660 с.
3. Шубин Е. П. Материалы, методы, устройство и расчет тепловой изоляции трубопроводов. – СЗИ, 1948.
4. Иоффе И. А. О стационарном температурном поле в полуограниченном массиве с внутренними источниками тепла // Журнал технической физики. – 1958. – Т. 28, № 5. – С. 1084–1088.

Представлена кафедрой
теплогазоснабжения и вентиляции

Поступила 31.10.2001

УДК 621.771.6.001.57

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА МАЛОЛИСТОВЫХ РЕССОР ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНЫ

**Докт. техн. наук, проф. ИСАЕВИЧ Л. А., канд. техн. наук, доц. СЕДНИН В. А.,
аспиранты ГЕРАСИМОВА А. Г., МОЛЧАН М. Е.**

Белорусская государственная политехническая академия

В последнее время для большегрузных автомобилей широко используются малолистовые рессоры. На кафедре «Машины и технология обработки металлов давлением» БГПА разработан способ формообразования заготовок переменной толщины в валках [1] для автомобилей МАЗ, МАЗ-МАН, микроавтобусов РАФ, прицепов «Зубренок», который внедрен в производство на Минском рессорном заводе.

Способ заключается в следующем (рис. 1). Полосовую заготовку 2 после нагрева в индукционной установке 1 до температуры 900...920 °С подают в прокатный стан, где ее прижимают посередине к торцу профилированной с двух сторон оправки 4 и с помощью неприводных валков 3 при поступательном движении оправки предварительно изгибают по оси симметрии до полного прилегания концов заготовки к оправке, а затем прокатывают при жестко фиксированном зазоре между валками. По окончании процесса прокатки заготовку снимают с оправки и разгибают. Профилирование заготовок обеспечивается соответствующим контуром рабочих по-

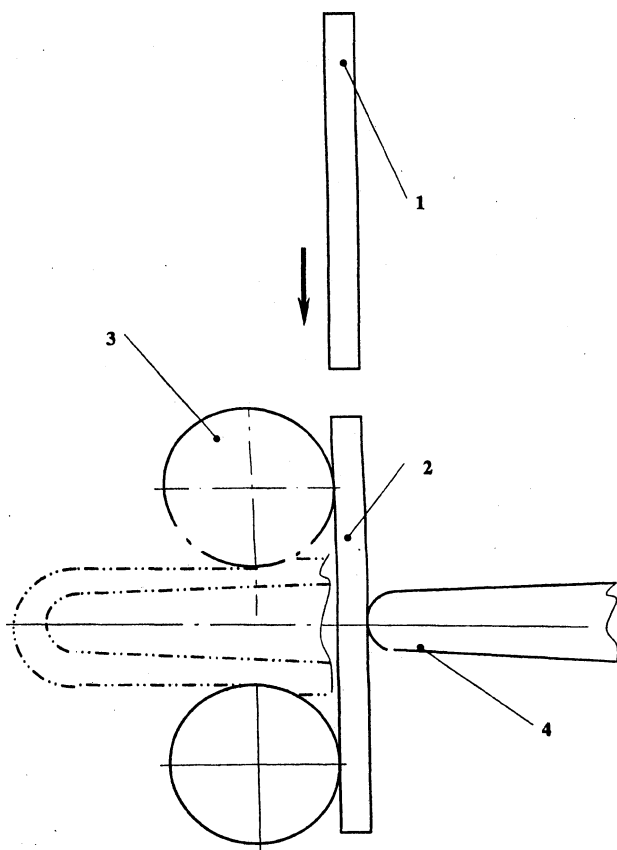


Рис. 1. Схема прокатки заготовки переменной толщины на оправке

верхностей подвижной оправки. Так как валки неприводные, заготовка в процессе обжатия постоянно прижата к торцу оправки. Это исключает ее смещение относительно профилированных рабочих поверхностей инструмента и устраняет явление опережения, что является главным недостатком прокатки в приводных валках. Таким образом обеспечивается более высокая точность профиля полосовых заготовок. Однако при реализации этого способа выявился существенный недостаток оборудования – малая стойкость профилированной оправки, которая зависит от сил контактного трения.

Известно, что при установившемся процессе прокатки в приводных валках предельное значение угла прокатки выражается соотношением [1]

$$\alpha \leq 2\mu, \quad (1)$$

где μ – коэффициент контактного трения;

α – угол прокатки.

Это соотношение справедливо и для прокатки в неприводных валках.

Полная потребляемая мощность N прокатки рассчитывается по уравнению [2]

$$N = N_A + N_S, \quad (2)$$

где N_A – потребляемая мощность деформации;

N_S – то же работы внешнего трения.

Потребляемая мощность деформации определяется выражением

$$N_A = \eta k_{\max} b \Delta h v_k, \quad (3)$$

где η – корректирующий фактор;

k_{\max} – максимальное значение среднего нормального контактного напряжения;

b – ширина прокатываемой заготовки;

Δh – максимальное обжатие за проход;

v_k – окружная скорость валков.

Потребляемая мощность работы контактного трения рассчитывается

$$N_S = 2k_{\max} \Delta h b \mu v_R, \quad (4)$$

где v_R – средняя относительная скорость скольжения на контактной поверхности.

Результаты расчета потребляемой мощности прокатки приведены на рис. 2.

Расчеты свидетельствуют, что с уменьшением коэффициента контактного трения резко снижается потребляемая мощность прокатки. В связи с этим можно сделать вывод о целесообразности применения смазочных материалов. Использование смазок в зоне контакта (особенно на основе стеклообразных материалов) резко снижает коэффициент трения с 0,4 (без смазки) до 0,05 (со смазкой) [3] и уменьшает износ формообразующей оправки.

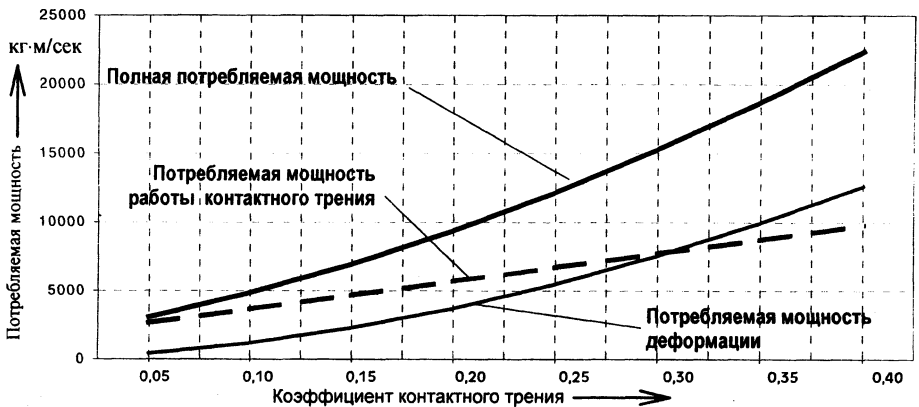


Рис. 2. Потребляемая мощность прокатки

Известно, что типы и состав смазок зависят от температуры контактной поверхности в зоне формообразования. Поэтому методом численного моделирования на ЭВМ был произведен расчет температурных полей в зоне контакта, а моделирование поля температур – методом контрольного объ-

ема [5, 7], в основе которого заложено точное интегральное сохранение массы и энергии на каждом контрольном объеме и, следовательно, во всей расчетной области.

При решении задачи сделаны следующие допущения.

1. Расчетная система представляется трехслойным телом, состоящим из заготовки, оправки и расположенного между ними слоя окалины, образовавшегося при нагреве заготовки. Теплопередача в каждом из этих слоев описывается уравнениями, характерными для теплопередачи в неограниченной пластине.

2. Нагрев оправки, соприкасающейся с металлом, происходит в течение 15 с, после чего наружная поверхность оправки охлаждается окружающим воздухом 45 с путем естественной конвекции, а внутренняя – водой. Длительность цикла «нагрев–охлаждение» оправки – 60 с.

3. Теплота распространяется в направлении, перпендикулярном поверхности заготовки (вдоль оси X , рис. 3). Температура всех точек по оси Y постоянна.

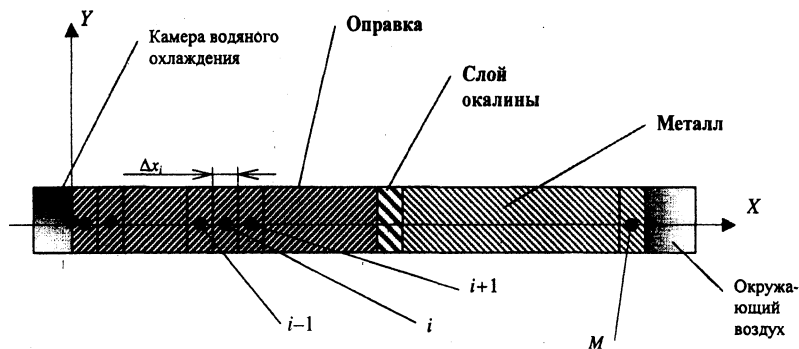


Рис. 3. Расчетная схема нагрева системы «заготовка–оправка»

4. Теплофизические свойства λ , ρ , α материала оправки, заготовки, окалины брались по справочным данным и аппроксимировались в зависимости от температуры [6].

5. Нагрев заготовки производился в индукторе при постоянном тепловом потоке (граничные условия 2-го рода), следовательно, скорость возрастания температуры при нагреве – постоянна.

По данным [5] с учетом продолжительности нагрева заготовки $\tau_{\text{наг}} = 60$ с толщина слоя образовавшейся при нагреве окалины составляет $\delta = 0,36$ мм.

Для определения поля температур расчетная система была разбита на M контрольных объемов толщиной Δx_i . Узловые точки находятся в серединах контрольных объемов.

Для решения задачи введены массивы теплофизических характеристик [5]

$$\overline{C}_i, \overline{\lambda}_i, \overline{\rho}_i \quad (1 \leq i \leq M).$$

Соблюдая устойчивость шагов по времени Δt (начиная с момента $n\Delta t$ до $(n + 1)$, где $n\Delta t = 0, 1, 2, \dots$), определяем распределение температуры по выражению

$$t_M^{n+1} = t_M^n + Z_M (t_M^n - t_{M-1}^n) + Z_A (t_M^n - t_A), \quad (5)$$

где

$$Z_M = \frac{\Delta \tau}{\Delta x_M \rho C_M \left(\frac{\Delta x_M}{2\lambda_M} + \frac{\Delta x_{M-1}}{2\lambda_{M-1}} \right)}; \quad Z_A = \frac{\alpha_A \Delta \tau}{\Delta x_M \rho C_M}.$$

Здесь α_A – коэффициент теплоотдачи излучением и конвекцией от поверхности окалины в окружающую среду, Вт/(м²·К).

На основании расчетов, произведенных на ЭВМ, составлены графики температур оправки, заготовки и слоя окалины.

Для подтверждения полученных расчетных данных проведена серия экспериментов по определению температуры поверхности прокатываемой заготовки. Измерение температуры производилось бесконтактным методом [4] с помощью фотоэлектрического пирометра ФЭП-4М на расстоянии $l \approx 1,0 \dots 1,5$ м с учетом поправки на степень черноты нагретой поверхности. Графики расчетных и экспериментальных значений температур на установленном этапе работы стана приведены на рис. 4. Результаты расчетов по определению температурных полей наружной поверхности заготовки в процессе формообразования показали удовлетворительную сходимость с экспериментальными данными. Таким образом была произведена оценка тепловых режимов в процессе производства рессорных заготовок переменной толщины. Проведена оценка мощности прокатки в зависимости

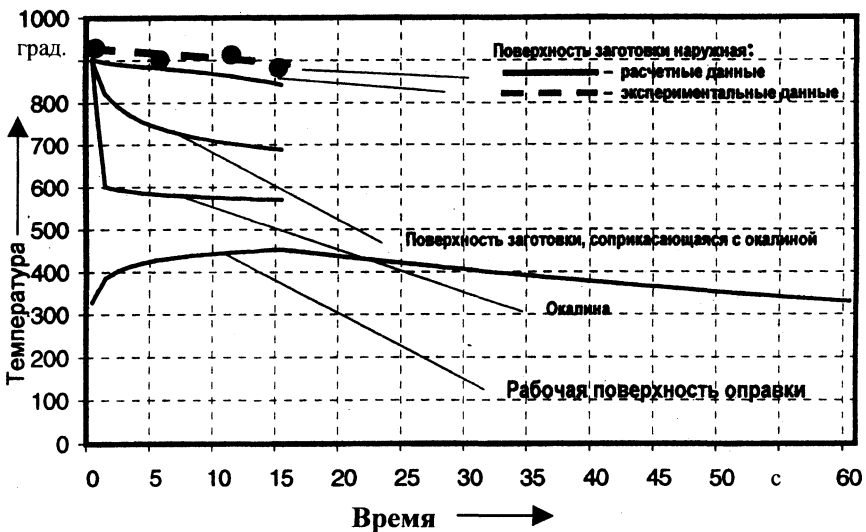


Рис. 4. Расчетные и экспериментальные значения температур заготовки, оправки и слоя окалины в процессе формообразования

от коэффициента трения, и выявлено, что снижение μ значительно уменьшает потребляемую мощность. Методами численного моделирования, а также в процессе экспериментов определены температурные поля в зоне контакта, что дает возможность правильного выбора типа и состава смазок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Изготовление полос переменной толщины для малолистовых рессор / А. В. Степаненко, Л. А. Исаевич, В. А. Король, Р. А. Томило // КШП. – 1997. – № 6 – С. 15–17.
2. Гелеи Ш. Расчет усилий и энергии при пластичной деформации металлов. – М.: Гос. науч.-техн. изд-во лит-ры по черной и цветной металлургии, 1958. – 419 с.
3. Манегин Ю. В., Анисимова И. В. Стекло смазки и защитные покрытия для горячей обработки металлов. – М.: Металлургия, 1978. – 224 с.
4. Тищенко В. Г. Пирометрия жидких металлов: Справ. – Киев: Наукова думка, 1964. – 220 с.
5. Теплообмен и тепловые режимы в промышленных печах / В. И. Тимошпольский, И. А. Трусова, А. Б. Стеблов, И. А. Павлюченков; Под общ. ред. В. И. Тимошпольского. – Мн.: Выш. шк., 1992. – 217 с.
6. Казанцев Е. И. Промышленные печи: Справ. руководство для расчетов и проектирования. – М.: Металлургия, 1975. – 368 с.
7. Андерсон Д., Таннехилл Дж., Плетчер Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен: В 2 т. / Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – Т. 1. – 384 с.

Представлена кафедрой
машин и теории обработки
металлов давлением

Поступила 26.12.2001

УДК 621.311.001.57+338.45:621.311

К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЫНКА

Докт. техн. наук, проф. КИТУШИН В. Г.,
канд. техн. наук, доц. БЫК Ф. Л., асп. МАЛЬКОВ А. В.

Новосибирский государственный технический университет

В настоящее время во всем мире активно идет процесс, направленный на совершенствование организационных структур в энергетике [1, 2], которые в странах с рыночными отношениями (Англия, США, Франция и др.) существенно отличаются, но достаточно эффективны. Чем же определяется эффективность той или иной организационной структуры?

Любая структура в общем случае определяется многими факторами, но в первую очередь – отношениями и интересами субъектов, ее составляющих. Поэтому одна и та же структура может быть эффективна с позиции одних субъектов и неэффективна с позиции других.