Однако нет необходимости делать неметаллические элементы таких же размеров, что и металлические, так как уже при их длине, равной толщине отливки, они с тепловой точки зрения ведут себя как неограниченные тела. Поэтому такую сборно-комбинированную форму можно заменить сборной формой с неметаллическими вставками на ее рабочей поверхности. Изменением толщины неметаллических вставок можно также регулировать скорость затвердевания отливки. Исследования показали, что для небольших отливок скорость затвердевания металла можно изменять в 3—5 раз.

Регулируя интенсивность теплообмена между отливкой и сборной формой, можно получать необходимые прочностные характеристики отливки. На основе исследований был создан сборно-комбинированный кокиль с регулируемым отбором тепла для литья чугунных цилиндровых втулок судового двигателя мощностью 300 *л. с.*

Стойкость сборно-комбинированного кокиля в 5—6 раз выше по сравнению с обычным кокилем, а отливка втулки имела высокие качества металла.

В. А. Башлыков, Н. П. Морозов

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ ДЛЯ ОБЛАСТИ, ОТОБРАЖАЕМОЙ НА ПОЛУПЛОСКОСТЬ ПРИ ПОМОЩИ РАЦИОНАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ. СЛУЧАЙ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО КОНТУРА.

Для определения местных напряжений в контакте валка с прокатываемым металлом с практически возможным распределением нормального давления и сил трения на дуге захвата целесообразно использование комплексного представления решения первой основной контактной задачи теории упругости для полуплоскости. Однако дуга захвата представляет собой криволинейный контур, близкий к параболическому при упругом сплющивании валка. Поэтому представляет интерес рассмотрение вопроса, вынесенного в заголовок данного доклада.

Рассмотрим область S — часть плоскости, находящейся внутри параболы L со стороны фокуса, и отображение

$$z = w(\zeta) = -i(\zeta + ia)^2 \quad (a > 0),$$

т. е.

$$y = -\xi^2 + (\eta + a)^2, \quad x = 2\xi(\eta + a).$$

Действительной оси $\eta = 0$ плоскости ζ соответствует на плоскости OXY линия, представляемая параметрическими уравнениями: $x = 2\xi a$, $y = -\xi^2 + a^2$; т. е. парабола L с параметром $p = |-2a^2|$, осью направленной по OY, и началом координат в фокусе параболы.

Используя общее решение первой основной задачи, полученное Н. И. Мусхелишвили, обозначая через σ точки действительной оси на плоскости ξ и через N и T — граничные значения нормального и касательного напряжения $\widehat{\eta\eta}$ и $\widehat{\xi\xi}$, записываем граничное условие:

$$N + iT = \Phi(\sigma) + \overline{\Phi}(\sigma) + \frac{\sigma - ia}{2}\Phi'_{(\sigma)} - \frac{\sigma + ia}{\sigma - ia}\Psi(\sigma)$$

или, переходя к сопряженным значениям

$$N - iT = \overline{\Phi}(\sigma) + \Phi(\sigma) + \frac{\sigma + ia}{2}\overline{\Phi}'_{(\sigma)} - \frac{\sigma - ia}{\sigma + ia}\overline{\Phi}(\sigma).$$

Из первого выражения, учитывая, что $\Phi(\sigma)$ — граничное значение функции $\Phi(\zeta)$, голоморфной в нижней полуплоскости, а $\overline{\Phi}(\sigma)$, $(\sigma + ia)\overline{\Phi}'(\sigma)$ и $\frac{\sigma - ia}{\sigma + ia}\overline{\Psi}(\sigma)$ — граничные значения функций

$$\overline{\Phi}(\zeta),\ (\zeta + ia)\ \overline{\Phi}'(\zeta) \text{ и } \frac{\zeta - ia}{\zeta + ia}\ \overline{\Psi}(\zeta),$$

голоморфных в верхней полуплоскости и исчезающих на бесконечности, получаем

$$\Phi(\zeta) = -\frac{1}{2\pi i}\int\limits_{-\infty}^{\infty}\frac{N - iT}{\sigma - \zeta}\, d\sigma.$$

Сравнивая полученное выражение с решением для полуплоскости, заключаем, что сумма нормальных напряжений $\widehat{\eta\eta} + \widehat{\xi\xi} = 4Re\,\Phi(\zeta)$ является инвариантной в ортогональных параболических координатах. Произведя аналогичные операции со второй записью граничных условий, получаем:

$$\Psi(\zeta) = \frac{\zeta - ia}{2\pi i\,(\zeta + ia)}\int\limits_{-\infty}^{\infty}\frac{N + iT}{\sigma - \zeta}\, d\sigma + \frac{\zeta - ia}{\zeta + ia}\Phi(\zeta) + \frac{(\zeta - ia)^2}{2\,(\zeta + ia)}\Phi'(\zeta).$$

Производим сравнение полученных выражений

$$\widehat{\eta\eta} - \widehat{\xi\xi} = 2Re\left\{\frac{\overline{\zeta} - ia}{2}\ \Phi'(\zeta) - \frac{\zeta + ia}{\overline{\zeta} - ia}\ \Psi(\zeta)\right\},$$

$$\widehat{\xi\eta} = Im\left\{\frac{\overline{\zeta} - ia}{2}\ \Phi'(\zeta) - \frac{\zeta + ia}{\overline{\zeta} - ia}\ \Psi(\zeta)\right\}$$

с известными для полуплоскости. При этом сравнении находим глубину, на которой замена криволинейной границы прямолинейной даст относительную погрешность в компонентах напряжений в 10%. Принимая радиус валка равным радиусу кривизны параболы при вершине $(x=0)$, получаем $y=0{,}8973R$, или, вводя величину относительной глубины $n=\frac{y}{l}$, где l — длина дуги захвата, получаем

$$n = \frac{0{,}8973}{l}R = \frac{0{,}8973}{\sin\alpha}.$$

При горячей прокатке листов из алюминиевых сплавов предельный угол захвата $\alpha=22°$, при холодной прокатке $\alpha\approx6°$. Следовательно, определение местных напряжений в валке, как в упругой полуплоскости, имеет погрешность менее 10% на относительной глубине $n\leqslant2{,}3$ при предельном варианте горячей прокатки и $n\leqslant8{,}6$ при предельном варианте холодной прокатки. При реальных режимах обжатий при прокатке указанные величины n будут значительно выше. С другой стороны, именно на глубинах $n\leqslant5$ формируются опасные с точки зрения усталостной прочности закалочные остаточные напряжения и зарождаются первоначальные усталостные трещины.

Н. Е. Енин, А. И. Сиднихин, Р. Заббаров

ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ В ПСЕВДООЖИЖЕННОМ СЛОЕ

В настоящей работе проведено исследование режимов обработки (восстановление, окисление, азотирование) металлических порошков в кипящем слое.

Для установления оптимальных режимов псевдоожижения