

Рис. 1. Сравнение расчетных и экспериментальных значений радиуса текучести r_{Ta} в соединении сплошного вала (сталь 45) с цилиндрической охватывающей деталью (сталь 45, $m_a = m_b = 0,19$; $\sigma_{Ta} = \sigma_{Tb} = 380$ МПа, $\sigma_{bd} = \sigma_{bb} = 650$ МПа)

ний обусловлено, с одной стороны, погрешностями расчета, с другой, погрешностями экспериментальных измерений.

Разработанная методика расчета соединений с натягом была использована на ряде предприятий текстильного машиностроения, двигателестроения, арматуростроения и т.д. Это позволило расширить допуски на ряд деталей, входящих в соединения с натягом указанных изделий, исключить дополнительные крепления, повысить надежность и снизить трудоемкость изготовления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность. — М., 1985. — 223 с.
2. Тютюков Г.Ф., Скворцов А.С. Исследование прочности цилиндрических соединений с натягом при упругопластическом характере деформирования сопрягаемых деталей // Двигателестроение. — 1986. — № 8. — С. 21–23.
3. Берникер Е.И. Посадки с натягом в машиностроении. — М.; Л., 1966. — 167 с.

УДК 621.787.4

П.И. ЯЩЕРИЦЫН, д-р техн.наук (АН БССР),
А.А. БУГАЕВ (МТЗ)

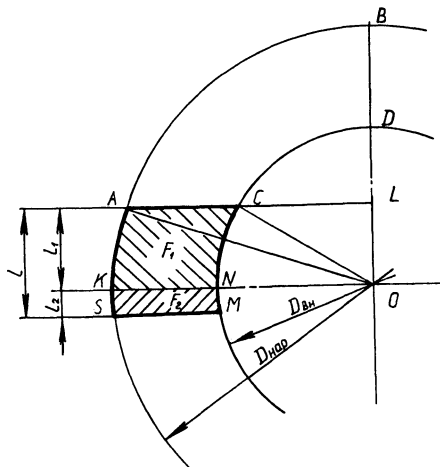
ПЛОЩАДЬ КОНТАКТА И УСИЛИЯ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ХОЛОДНОЙ ТОРЦОВОЙ РАСКАТКЕ КОЛЬЦЕВЫХ ДЕТАЛЕЙ

Основными показателями, которые используют при определении усилия формообразования P в процессах обработки металлов давлением, являются площадь контакта A и давление p , необходимое для заполнения полости матрицы [1]: $P = Ap$. При прокатке [2] A определяют по зависимости

$$A = Bl, \quad (1)$$

где B — ширина прокатываемой полосы; l — длина очага деформации.

Рис. 1. Схема очага деформации при торцевой раскатке



В отличие от прокатки при торцевой раскатке в качестве заготовки используют кольцо. Поэтому расчет площади очага деформации по формуле (1) может привести к погрешностям, так как при этом не учитывается влияние габаритных размеров и кривизны кольца.

Значение l при холодной торцевой раскатке зависит от диаметра ролика d_p , единичного обжатия Δh , давления p и материала ролика [2]. Давление зависит от факторов, определяющих механические свойства обрабатываемого металла (сопротивления деформации) и характер напряженного состояния (контактных сил трения, внешних зон и др.).

Рассмотрим контакт цилиндрического раскатного ролика с кольцевой заготовкой. Площадь давления очага деформации $ACMS$ (рис. 1)

$$A = A_1 + A_2, \quad (2)$$

где A_1 — площадь очага деформации $ACNK$ на входе металла в зону деформирования; A_2 — приращение площади очага деформации $KNMS$ на выходе металла из зоны деформирования.

Приращение площади очага A_2 образуется за счет упругого сжатия раскатного ролика.

Площадь A_1 можно выразить через площади элементов кольца $BDNK$ (A_k) и $BDCA$ (A_c):

$$A_1 = A_k - A_c,$$

где

$$A_k = \frac{\pi}{16} (D_{нар}^2 - D_{вн}^2); \quad (3)$$

$$A_c = A_{c1} - A_{c2}; \quad (4)$$

$D_{нар}$ — наружный диаметр кольца; $D_{вн}$ — внутренний диаметр кольца; A_{c1} — площадь сегмента ALB ; A_{c2} — площадь сегмента CLD .

В свою очередь площади сегментов ALB и CLD

$$A_{c1} = A_1 - A_{\Delta 1};$$

$$A_{c2} = A_2 - A_{\Delta 2},$$

где A_1 – площадь сектора AOB ; A_2 – площадь сектора COD ; $A_{\Delta 1}$ – площадь треугольника AOL ; $A_{\Delta 2}$ – площадь треугольника COL .

После преобразований получим:

$$A_{c1} = \frac{D_{нар}^2}{8} \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{2l_1}{D_{нар}} \right) - \frac{l_1}{2} \sqrt{\frac{D_{нар}^2}{4} - l_1^2}; \quad (5)$$

$$A_{c2} = \frac{D_{вн}^2}{8} \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{2l_1}{D_{вн}} \right) - \frac{l_1}{2} \sqrt{\frac{D_{вн}^2}{4} - l_1^2}. \quad (6)$$

В формулах (5) и (6) l_1 – длина очага деформации на входе металла в зону деформирования.

С учетом зависимостей (3)–(6) выражение площади очага деформации A_1 можно записать как

$$A_1 = A_k - A_c = \frac{\pi}{16} (D_{нар}^2 - D_{вн}^2) - \frac{D_{нар}^2}{8} \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{2l_1}{D_{нар}} \right) + \\ + \frac{D_{вн}^2}{8} \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{2l_1}{D_{вн}} \right) + \frac{l_1}{2} \left(\sqrt{\frac{D_{нар}^2}{4} - l_1^2} - \sqrt{\frac{D_{вн}^2}{4} - l_1^2} \right). \quad (7)$$

После упрощений выражение (7) принимает вид

$$A_1 = \frac{D_{нар}^2}{8} \arcsin \frac{2l_1}{D_{нар}} - \frac{D_{вн}^2}{8} \arcsin \frac{2l_1}{D_{вн}} + K_1,$$

где

$$K_1 = \frac{l_1^2}{2} \left(\sqrt{\frac{D_{нар}^2}{4} - l_1^2} - \sqrt{\frac{D_{вн}^2}{4} - l_1^2} \right).$$

Аналогично

$$F_2 = \frac{D_{нар}^2}{8} \arcsin \frac{2l_2}{D_{нар}} - \frac{D_{вн}^2}{8} \arcsin \frac{2l_2}{D_{вн}} + K_2,$$

где

$$K_2 = \frac{l_2}{2} \left(\sqrt{\frac{D_{\text{нар}}^2}{4} - l_2^2} - \sqrt{\frac{D_{\text{вн}}^2}{4} - l_2^2} \right);$$

l_2 – приращение длины очага деформации на выходе металла из зоны деформирования, образуемое за счет упругого сжатия раскатного ролика.

Тогда выражение (2) для площади очага деформации $ACMS$ примет вид

$$A = A_1 + A_2 = \frac{D_{\text{нар}}^2}{8} \left(\arcsin \frac{2l_1}{D_{\text{нар}}} + \arcsin \frac{2l_2}{D_{\text{нар}}} \right) - \frac{D_{\text{вн}}^2}{8} \left(\arcsin \frac{2l_1}{D_{\text{вн}}} + \arcsin \frac{2l_2}{D_{\text{вн}}} \right) + K, \quad (8)$$

где

$$K = \frac{l_1}{2} \left(\sqrt{\frac{D_{\text{нар}}^2}{4} - l_1^2} - \sqrt{\frac{D_{\text{вн}}^2}{4} - l_1^2} \right) + \frac{l_2}{2} \left(\sqrt{\frac{D_{\text{нар}}^2}{4} - l_2^2} - \sqrt{\frac{D_{\text{вн}}^2}{4} - l_2^2} \right).$$

Используя зависимость для определения длины очага деформации [2] для случая раскатки цилиндрическим роликом и с учетом его упругого сжатия, определяем l_1 и l_2 :

$$l_1 = \sqrt{d_p \Delta h + l_2^2};$$

$$l_2 = 4 \left(\frac{1 - \nu^2}{\pi E} \right) d_p p,$$

где d_p – диаметр раскатного ролика, мм; Δh – единичное обжатие, мм; ν – коэффициент Пуассона ролика; E – модуль упругости ролика, Н/мм².

Принимая для стали $E = 212 \cdot 10^4$ Н/мм² и $\nu = 0,3$, получим

$$l_1 = \sqrt{d_p (\Delta h + 28,73 \cdot 10^{-12} d_p p^2)};$$

$$l_2 = 5,36 \cdot 10^{-6} d_p p.$$

Без учета упругого сжатия раскатного ролика длина очага деформации для случая раскатки цилиндрическим роликом [2]

$$l = \sqrt{d_p \Delta h}.$$

Выражение (8) примет окончательный вид

$$A = \frac{D_{\text{нар}}^2}{8} \arcsin \frac{2\sqrt{d_p \Delta h}}{D_{\text{нар}}} - \frac{D_{\text{вн}}^2}{8} \arcsin \frac{2\sqrt{d_p \Delta h}}{D_{\text{вн}}} + K, \quad (9)$$

где

$$K = \frac{\sqrt{d_p \Delta h}}{2} \left(\sqrt{\frac{D_{\text{нар}}^2}{4} - d_p \Delta h} - \sqrt{\frac{D_{\text{вн}}^2}{4} - d_p \Delta h} \right).$$

Для сравнения площадей очага деформации, рассчитанных по формулам (1) и (9), и соответствующих усилий формообразования рассмотрим пример. Осуществляется торцовая раскатка колец с внутренними диаметрами

$D_{\text{вн}} = 50 \dots 150$ мм, шириной $B = \frac{D_{\text{нар}} + D_{\text{вн}}}{2} = 10 \dots 50$ мм, раскатными роликами диаметрами $d_p = 100 \dots 250$ мм. Раскатка ведется с единичным обжатием $\Delta h = 0,2$ мм и давлением $p = 1200$ Н/мм². Результаты расчетов приведены на рис. 2.

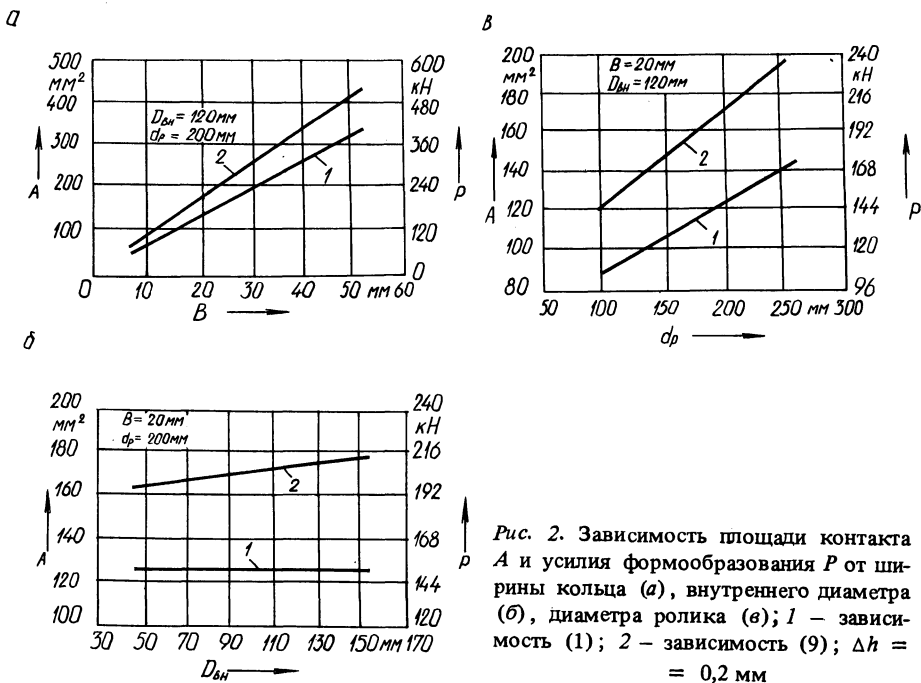


Рис. 2. Зависимость площади контакта A и усилия формообразования P от ширины кольца (а), внутреннего диаметра (б), диаметра ролика (в); 1 – зависимость (1); 2 – зависимость (9); $\Delta h = 0,2$ мм

Как видно из рис. 2, площадь очага деформации, рассчитанная по зависимости (1), на 20...40 % меньше соответствующих значений, полученных по зависимости (9). Аналогичная разница и между усилиями формообразования,

причем с увеличением габаритных размеров кольца и диаметра раскатного ролика она увеличивается. Отмеченное расхождение определяет необходимость использования уточненных расчетов площади очага деформации на основе формулы (9). Экспериментальная проверка показывает, что в этих случаях обеспечиваются гарантированное заполнение закрытой полости матрицы и высокое качество полученных деталей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением. — М., 1977. — 423 с. 2. Целиков А.И., Никитин Г.С., Рокотян С.Е. Теория продольной прокатки. — М., 1980. — 320 с.

УДК 621.771.8

В.В. КУРАШ, Н.В. СПИРИДОНОВ, канд.техн.наук,
А.Ф. ПРИСЕВОК, канд. техн.наук (БПИ)

ВОДОРОДНОЕ ИЗНАШИВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

Практика эксплуатации технологического оборудования производства белково-витаминных концентратов (БВК) показывает, что состав рабочей среды (культуральной жидкости) способствует активному протеканию процессов электрохимической и биохимической коррозии на рабочих поверхностях деталей узлов трения. Так, защитные втулки (рис. 1) осей центробежных насосов SILVA-82, предназначенных для перекачки культуральной жидкости (КЖ), имеют срок службы 1,5—2 месяца непрерывной работы. Замена втулок требует прерывания цикла технологического процесса производства БВК, больших трудозатрат, установки дополнительного оборудования, приводит к потерям сырья для основного производства. Изыскание эффективных путей защиты деталей от воздействия эксплуатационной среды невозможно без глубокого и всестороннего исследования причин протекания процессов их разрушения.

Известно [1], что в основе коррозии лежат электро- и биохимические процессы, способствующие ускорению трибодеструкции и появлению активных частиц — радикалов. Последние легко образуют новые химические соединения как между собой, так и с металлом поверхности. Биохимические процессы коррозии протекают при активном участии микроорганизмов, которые, разрушая минеральные ингибиторы в среде, стимулируют коррозию металла, образуют агрессивные соединения (минеральные и органические кислоты и соединения) и микроцентры гальванической активности на поверхности металла; микроорганизмы удаляют электроны с поверхности металла.

На поверхности корродирующегося металла образуются вздутия (пузырьки). В них накапливаются дегидрогеназы (ферменты), дрожжи (БВК) и различные микроорганизмы. Дегидрогеназы катализируют реакции дегидрогене-