

$$\frac{\delta}{d} = \frac{e^A}{e^A - 1}, \quad (16)$$

где $A = \frac{1}{2\nu} \left(\frac{B}{4s} + 1 \right)$.

Графическое изображение зависимости (16) для различных значений ν представлено на рис. 1. Каждому материалу соответствует определенная кривая, а ее расположение зависит от диапазона напряжений и скоростей деформации. Для постоянных значений B/s при повышении скорости деформации и вязкости матричного материала увеличивается минимальное отношение шага укладки волокон к их диаметру, при котором происходит заполнение промежутков между волокнами без уширения.

Для практического применения полученных зависимостей необходимо знать отношение максимального сдвигающего напряжения к экстраполированному пределу жесткости материала. Например, при изготовлении композиционного материала методом прокатки на стане с диаметром валков 400 мм и скоростью вращения 0,15 м/с максимальная скорость относительной деформации составляет 10^2 с^{-1} . По данным [4], для матрицы из алюминия этой скорости деформации соответствует $\nu = \tau_{\max}/\tau_0 = 5$. В этом случае минимальное отношение шага укладки к диаметру волокна, при котором происходит формирование композиционного материала без уширения, определяется кривой 3.

ЛИТЕРАТУРА

1. М а т у с е в и ч А.С. Композиционные материалы на металлической основе. — Мн.: Наука и техника, 1978. — 215 с.
2. Теоретические основыковки и горячей объемной штамповки/Е.М. М а к у ш о к, А.С. М а т у с е в и ч, В.П. Северденко, В.М. С е г а л. — Мн.: Наука и техника, 1968. — 407 с.
3. М а т у с е в и ч А.С. Определение усилий формирования композиционных материалов. — Кузн. штам. производство, 1981, № 12, с. 7—9.
4. Т и х о н о в А.С., О с и п о в В.Г., Б у л а т С.И. Деформируемость металлов и бинарных сплавов. — М.: Наука, 1971. — 131 с.

УДК 621.762

Е.Г.СЫЧЕВ, канд.техн.наук,
В.Ф.БУРЕНКОВ (ГПИ)

ВЛИЯНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ИНСТРУМЕНТА НА УГЛЫ ЗАКЛИНИВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ НАНЕСЕНИЯ МЕТАЛЛОПОРШКОВОГО ПОКРЫТИЯ

Нанесение порошковых покрытий с заранее заданными свойствами является одним из важнейших путей повышения долговечности деталей машин, изготовленных из обычных конструкционных сталей. Нанесение металлических порошков методом пластического деформирования позволяет исключить металлургические недостатки и получить покрытие высокой плотности и адгезии, без припекания к поверхности металла.

Представляет практический интерес определение углов инструмента в зоне

заклинивания для различных порошков и композиций на их основе. Для решения задачи принимаем следующие допущения: порошок имеет сферическую форму частиц (диаметр частиц a) и идеальную сыпучесть; размеры частиц одинаковые и значительно больше высоты микронеровностей поверхностей детали и инструмента ($a \gg Rz_2, Rz_1$); размеры частиц больше зазора между инструментом и заготовкой $a > \delta$; коэффициент трения скольжения f материалов заготовки и инструмента одинаков.

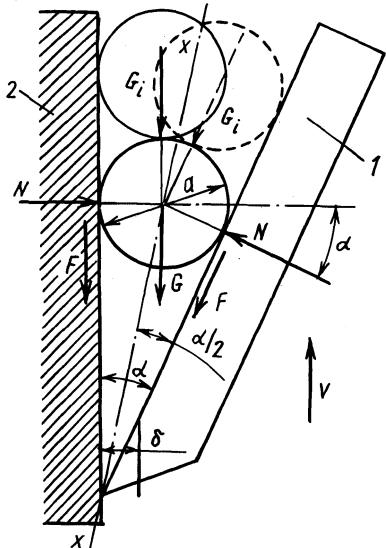


Рис. 1. Схема сил, действующих на частицу в момент заклинивания

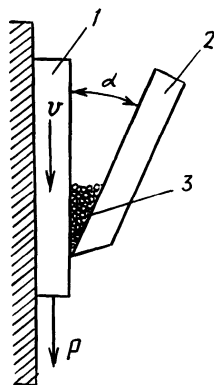


Рис. 2. Схема экспериментального устройства для определения угла заклинивания

При движении инструмента 1 относительно детали 2 со скоростью v (рис. 1) за счет вертикального сдвигающего усилия инструмента происходит разрушение мостиков схватывания порошка. При этом, как показали исследования, могут образоваться различные варианты расположения частиц в клиновом зазоре по его высоте. Упорядоченное расположение частиц порошка происходит у поверхности заготовки и инструмента, в остальной области частицы располагаются хаотически. При этом в очаг деформации входят частицы по контуру инструмента с толщиной слоя a . При дальнейшем продвижении инструмента частицы заклиниваются, на них действуют нормальные силы N , силы трения F , силы тяжести частиц G и сила давления от вышерасположенного слоя G_i , направленные под углом α или вертикально. Силы N стремятся вытолкнуть частицу в направлении биссектрисы угла α (ось $x-x$), чему препятствуют силы трения F и силы тяжести частиц G и сила G_i . С целью упрощения задачу считаем плоской. Для заклинивания частицы в клиновом зазоре необходимо соблюдение следующих условий (ΣP_i^x):

$$2F \cos(\alpha/2) + \Sigma G_i^x \geq 2N \sin(\alpha/2).$$

Подставляя $F = Nf$, получим:

$$2Nf \cos(\alpha/2) + \sum G_i^x \geq 2N \sin(\alpha/2),$$

где $\sum G_i^x$ — сумма проекций на ось x сил G и G_i .

При движении инструмента вверх силы N растут, контактные давления увеличиваются и происходит деформация частицы. Считая, что силы $\sum G_i^x$ незначительно влияют на контактные давления, ими можно пренебречь. При этом $2Nf \cos(\alpha/2) > 2N \sin(\alpha/2)$, откуда $\operatorname{tg}(\alpha/2) < f = \operatorname{tg} \rho$, где ρ — угол трения.

Окончательно

$$\alpha < 2\rho. \quad (1)$$

Зависимость (1) получена при наличии ряда допущений, при этом не учитывалось, что сила трения у поверхности инструмента (F_1) меньше силы трения у поверхности детали (F_2), вследствие чего создается дополнительно вращающий момент $M = (F_2 - F_1) a/2$ и частица при входе в очаг деформации совершает вращательное движение. Для ряда материалов, таких, как, например, порошковая бронза Бр.ОФ10-1, имеющая частицы сферической формы, высокую сыпучесть и размеры $a = 100-150$ мкм, зависимость (1) должна давать удовлетворительные результаты.

Так как коэффициент трения f и угол трения ρ зависят от материала детали и инструмента и состояния их поверхностей, были произведены исследования по изучению их влияния (рис. 2). Заготовка 1 изготовлялась из различных материалов (сталь, бронза, алюминий), различающихся шероховатостью, зависящей от способа обработки (шлифование, фрезерование и пескоструйная обработка). Нож 2, имитирующий инструмент, мог поворачиваться на любой угол α . Шероховатость его рабочей поверхности составляла $Rz \approx 0,63$ мкм, материал — сталь. В полость между заготовкой и инструментом засыпался порошок 3 (бронза Бр.ОФ10-1, $a = 100-150$ мкм) и заготовке сообщалось перемещение со скоростью $v = 25-30$ мм/с. Угол α , при котором происходило заклинивание детали под нагрузкой $P = 25-30$ Н, фиксировался.

Анализ экспериментальных данных показал, что максимальные углы заклинивания образуются при пескоструйной обработке заготовки (подложки). Наибольшее соответствие теоретическим расчетам угла заклинивания наблюдали при обработке поверхности с параметром шероховатости $Rz = 10$ мкм.

УДК 621.751

М.К.ДОБРОВОЛЬСКАЯ, канд. техн. наук,
Е.В.ЗАЯШ, Е.С.ПОПОВА (МСКТБ АТП НПО
"Ритм", Минск)

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАСКРОЯ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА В РЕЖИМЕ ДИАЛОГА

Система автоматизированного проектирования раскроя листового материала (САПР РАСКРОЙ) предназначена для проектирования с помощью ЭВМ схем раскроя полосы при штамповке, листа на прямоугольные заготовки и полосы, продольного и поперечного раскроя рулонной стали.