

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИБКИ ВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Исследование процесса гибки показало, что при расположении линии изгиба поперек волокон, а также под углом 45° композиция алюминий—нержавеющая сталь претерпевает некоторую пластическую деформацию. Допустимый радиус гибки композиционного материала возрастает с увеличением количества слоев проволоки и толщины листа. Листы с одним слоем проволоки толщиной 0,2 мм изгибаются без разрушения примерно по радиусу, равному толщине листа. Если лист толщиной 1,2 мм содержит восемь слоев проволоки, то допустимый радиус гибки составляет 16 толщин листа. В композициях, упрочненных волокнами бора, изгиб поперек волокон всегда приводил к разрушению материала.

При изгибе листовых композиционных материалов по радиусам, при которых сохраняется целостность материалов, наблюдается большое пружинение. Ниже показано влияние ориентации волокон на пружинение при изгибе с радиусом гибки 6 мм.

Угол ориентации волокон, град	0	5	15	30	45
Пружинение, град	52	47	37	24	11

Образцы для гибки вырезались из листа композиционного материала с четырьмя слоями проволоки 2Х15Н5АМЗ и комбинированной матрицей из 60 % алюминия и 40 % (по объему) сплава Д16Т. Размеры образцов — 0,8 × 10 × 60 мм, объемное содержание волокон в композиции — 40 %. Гибка производилась на V-образном штампе без прижима на угол 90° со скоростью деформации 8 мм/мин.

Наличие высокопрочных и высокомодульных упрочняющих волокон способствует появлению очень большого пружинения при гибке. При этом максимальное пружинение имеет место при расположении волокон вдоль оси образца (т. е. перпендикулярно к линии изгиба). С увеличением угла ориентации волокон по отношению к оси образца уменьшается пружинение. Максимальное пружинение композиции (при $\alpha = 0^\circ$) примерно на порядок выше, чем пружинение матричных материалов в аналогичных условиях.

В случае гибки без прижима с повышением угла ориентации волокон наблюдается коробление образцов. Максимальное коробление имеет место при углах ориентации $15...30^\circ$ к оси образца. Дальнейшее увеличение угла ориентации волокон от 30 до 45° приводит к снижению коробления.

Композиционные материалы допускают гибку при расположении линии изгиба вдоль волокон (т. е. угол между направлением волокон и осью образца равен 90°). Процесс облегчается при повышенных температурах. Однако в этом случае волокна, расположенные вблизи поверхности изгиба, являются концентраторами напряжений и могут вызвать зарождение трещин и разрушение. Поэтому повышение объемного содержания волокон в композиции усложняет процесс изгиба. Наиболее перспективным в этом отношении является применение частично армированных листов, в которых по линии предпо-

лагаемого изгиба волокна отсутствуют, благодаря чему материал в процессе гибки не разрушается. Из этих листов можно изготавливать сложные профили на существующих профилегибочных станах. Кроме того, большим достоинством частично армированных листов и профилей является возможность замены ими ранее применяемых материалов без изменения существующей технологии сборки.

УДК 621.77:621.787.4

Е.М. МАКУШОК, Т.В. КАЛИНОВСКАЯ,
С.М. КРАСНЕВСКИЙ, Д.И. ДМИТРОВИЧ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИХ И ПЛАСТИЧЕСКИХ ПЛОЩАДОК КОНТАКТА ПРИ ВДАВЛИВАНИИ ТЕЛ РАЗНОЙ КРИВИЗНЫ

Для реализации каждого конкретного процесса поверхностного пластического деформирования (ППД) следует выявить такие условия обработки изделия, которые обеспечивали бы оптимальное накопление деформаций в поверхностном слое с целью его упрочнения и наведения эпюры сжимающих остаточных напряжений при сохранении достаточного ресурса пластичности. Следовательно, необходимо раскрывать связь технологических параметров (усилие, приведенная кривизна контакта, подача, число циклов нагружения) с физико-механическими параметрами процесса (фактическая поверхность контакта, относительные нормальные и касательные напряжения, механические свойства контактирующих материалов), что обеспечит возможность анализа и управления им.

При разработке технологических процессов ППД важную роль играет правильное определение (аналитическое или экспериментальное) площадки контакта, величина которой совместно с приложенным усилием определяет среднее нормальное давление упрочнения поверхностного слоя.

Настоящее исследование проводилось с целью определения площадок контакта, формирующихся при вдавливании, поскольку последнее является основой процессов ППД. Качение с присущими ему особенностями развивается на его фоне.

Размеры упругопластических площадок вдавливания рассчитывались по формулам, выведенным авторами и основанным на определении псевдоупругой площадки с пластическим приращением опорной площадки, пропорциональным разнице между полной эпюрой средних нормальных напряжений и эпюрой предельных упругих напряжений на площадке контакта, а также приращением ее за счет скрытой волны. В формулах учитываются приведенный радиус кривизны контакта и физико-механические свойства исследуемого материала и индентора.

Для плоской задачи (вдавливание цилиндра в плоскость с контактом по образующей) ширина площадки контакта

$$2b = 2 \cdot 2,545 \rho \bar{\nu} \bar{\sigma}_n k n_{\text{н}} n_{\text{в}} . \quad (1)$$