

УДК 669.2.017:620.18

## ПОВЫШЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРЕДЕЛЬНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ СЛОИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ЗА СЧЁТ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

© Зорин И.А., Хардин М.В.

e-mail: zorin\_20@mail.ru, profso@ssau.ru

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва, г. Самара, Российская Федерация*

Слоистый материал (СМ) - это материал, состоящий из двух или нескольких компонентов, которые отличаются по своей природе или химическому составу, где компоненты объединены в единую монолитную структуру с границей раздела между структурными составляющими (компонентами), оптимальное сочетание которых позволяет получить комплекс физико-химических и механических свойств, отличающихся от свойств компонентов [1]. Такие материалы находят применение в высокотехнологичных отраслях, таких как аэрокосмическое и авиационное производство.

СМ чаще всего классифицируют по назначению:

*Коррозионно-стойкие композиции* используют для производства деталей и оборудования для предприятий аэрокосмического, химического, нефтяного, сельскохозяйственного, транспортного, энергетического машиностроения; а также в судостроении, приборостроении, радиоэлектронике.

*Износостойкие композиции* применяют в сельскохозяйственном машиностроении, инструментальной промышленности (ножи, фрезы, лезвия).

1. *Электротехнические композиции* - используют в качестве проводников и деталей контактных устройств радиоэлектронной аппаратуры.-

2. *Антифрикционные композиции* используют при производстве подшипников (втулки, упорные кольца, сферические опоры и др.

3. *Термобиметаллы* - используют для изготовления чувствительных элементов тепловых приборов.

4. *Металлополимерные композиции*, такие как СИАЛ (с использованием алюминия), а также стали, титана, позволяют существенно повысить удельные прочностные свойства материала, обеспечить снижение массы изделия, придать изделию новые, например, вибро-, теплоизоляционные свойства, повысить их технологичность [2].

К основным недостаткам и трудностям использования СМ относятся:

повышенная сложность производства; дефект деляминации (расслоения); анизотропия свойств; недостаточная прочность; дорогостоящее оборудование, и как следствие, высокая стоимость изделий. Вот почему создание новых СМ с технологией производства изделий из них, снижающих данные недостатки является важной и актуальной задачей. Создание новых СМ направлено на получение материалов, имеющих широкое разнообразие структур и свойств, позволяющих конструктору выбрать соответствующий требованиям изделия материал [3].

Одной из важных проблем является сложность изготовления изделий из СМ вследствие их невысокой пластичности. Эта особенность требует особых методов обработки материалов, каким, например, может выступить магнитно-импульсная штамповка (МИШ). Способ обработки материалов импульсным электромагнитным полем широко известен с начала 1970-х годов. В его основе лежит преобразование электрической энергии, накопленной в емкостном или индуктивном накопителе, в импульсное магнитное поле, выполняющее пластическую деформационную работу в

деформируемом изделии или ускоряющее твердое тело. В настоящее время МИШ широко применяется в промышленности и постоянно находит новые области использования, такие как формования листового металла, включая резку, пробивку, гибку, отбортовку, а также сборочные операции.

На свойства материалов при обработке их давлением наиболее сильное влияние оказывают три основных фактора: температура, скорость деформации и вид напряжённого состояния. Большинство процессов обработки металлов давлением осуществляется в диапазоне скоростей  $10^{-1} - 10^{-3} \text{ с}^{-1}$ . Обычно по мере увеличения скорости деформации сопротивление деформации повышается, а пластичность уменьшается. Характерным для протекания пластической деформации при высоких скоростях является выделения тепла. Известно, что значительная доля энергии, затрачиваемой на деформацию металлов, тратится на выделение тепла. Однако при деформировании с низкими скоростями (порядка 1), выделяемое тепло теряется в окружающую среду, и процесс деформации можно считать изотермическим, в то время как при высоких скоростях, когда деформация осуществляется за короткий промежуток времени, выделяемое тепло не успевает рассеиваться и повышает температуру обрабатываемого металла, что в конечном счёте приводит к изменению его свойств [4]. Таким образом, при определенных высокоскоростных воздействиях на материалы пластические свойства и предельные возможности деформирования материалов могут повышаться.

В совместных исследованиях Самарского университета и Технического университета Клаусталь (Германия) разрабатываются новые СМ, уровень механических и технологических свойств которых недостаточен для изготовления из них большинства изделий. Данные свойства измерялись при традиционном статическом воздействии [5]. Однако проведенные эксперименты на динамическую отбортовку таких материалов, показали возрастание свойств предельных возможностей по сравнению со статическими воздействиями. В дальнейшем планируется разработать методики определения технологических свойств СМ при отбортовке, гибке и формовке; разработать и изготовить инструмент (индукторы и матрицы); провести исследования и анализ влияния скорости деформации на предельные возможности СМ. Это позволит подойти к созданию математической модели данного типа СМ, которая позволит учесть такие параметры, как количество и материалы слоев, характеристики связующего материала для обеспечения необходимых свойств СМ, необходимых для производства конкретных деталей и изделий.

### Библиографический список

1. Кобелев А.Г., Шаронов М.А. Материаловедение. Технология композиционных материалов / А.Г. Кобелев, М.А. Шаронов М.: Кнорус-2019-270 с.
2. Гречников Ф. В., Антипов В. В., Ерисов Я. А., Гречникова А. Ф. Повышение технологичности алюмокомпозитов путем формирования в листах из сплава В95 эффективной кристаллографической текстуры // Изв. вузов. Цветная металлургия. 2014. № 6. С. 38—43.
3. Harhash M., Sokolova O., Carradó A., Palkowski H. Mechanical Properties and Forming Behaviour of Laminated Steel/Polymer Sandwich Systems With Local Inlays. Part 1 // Composite Structures. 2014. V. 118. P. 112—120.
4. Микляев П.Г., Дуденков В.М. Сопротивление деформации и пластичность алюминиевых сплавов / П.Г. Микляев, В.М. Дуденков М.: Металлургия-1979-182с.
5. Носова Е.А., Луконина Н.В., Храмова М.И. и др. Штампуемость трех и пятислойных алюминий-полимерных композитов// Конструкции из композиционных материалов. — 2016. — № 3. — С. 30-37.