

В результате проведенных аналитических исследований были описаны численные методы получения новых поверхностей и методы геометрического моделирования. По результатам исследования существующих методов видно, что среди описанных существующих методов нет универсальных математических методов для аналитического описания сложных геометрических объектов. Существующие методы зависят от выбора системы координат и совместимости с существующими аналитическими представлениями объектов.

Литература

1. Голованов, Н. Н. Геометрическое моделирование / Н. Н. Голованов. – М. : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 400 с.
2. Никулин, Е. А. Компьютерная геометрия и алгоритмы машинной графики / Е. А. Никулин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2003. – 560 с.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА НА ВРЕМЯ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ПЛАКИРОВАНИИ ВОЛОЧЕНИЕМ

М. О. Прядко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель Н. В. Иноземцева

Исследовано влияние параметров процесса на время деформации при плакировании волочением. Построены графики, показывающие степень влияния на время деформации скорости, степени деформации и температуры процесса. Выявлены параметры, оказывающие наибольшее влияние на время деформации. Варьируя этими параметрами, можно достичь схватывания в зоне деформации.

Ключевые слова: волочение, плакирование, адгезия, деформация, схватывание.

Способы нанесения металлических покрытий плакированием или за счет совместной пластической деформации наносимого и покрываемого металлов являются достаточно высокопроизводительными и относительно неэнергоёмкими по сравнению с большим многообразием других способов нанесения покрытий.

Особый интерес среди них представляют способы, предполагающие нанесения покрытий из металлических или композиционных порошков на металлической основе. Разнообразие металлических порошков и неметаллических дополнительных включений позволяет варьировать свойствами покрытий в широких пределах за счет изменения состава порошковой шихты. Совместную деформацию порошков и металлической основы рационально проводить при помощи традиционных, но модифицированных операций обработки металлов давлением. В зоне деформации в операциях обработки металлов давлением можно достичь условий, позволяющих сформировать покрытие из порошка и соединить его с поверхностью деформируемой основы. Для этого необходимо одновременно вводить в зону деформации порошок и металлическую основу, а на выходе из инструмента можно получить изделие с нанесенным порошковым покрытием.

Среди способов нанесения металлосодержащих покрытий на металлическую проволоку одним из наиболее эффективных и производительных способов является процесс совместной деформации порошка материала покрытия и металлической основы в волоке. Такой процесс называют плакированием волочением. К одной из

проблем процесса относится качество соединения слоев, которое определяет эксплуатационные свойства биметаллической проволоки. Для достижения адгезии между слоями необходимо выполнение условия:

$$t_d \geq t_a \geq t_p,$$

где t_d – длительность совместной пластической деформации, с; t_a – совместной пластической деформации, с; t_p – длительность релаксации остаточных напряжений в покрытии, с.

Длительность совместной пластической деформации определяется по зависимости:

$$t_d = \frac{l_d}{v_n},$$

где l_d – длина очага деформации, м; v_n – скорость процесса деформирования металла, м/с.

Для выбора определенных параметров процесса необходимо изучить их степень влияния на условие достижения адгезии при волочении. В практических целях наиболее приемлемо использовать наиболее влиятельные параметры процесса на условие достижения адгезии. Для зависимостей, входящих в t_d , необходимо выбрать численные данные для параметров v_n , ε , T . Диапазоны параметров для процесса волочения выбираются в соответствии с технологическими рекомендациями:

$$v_n = 0,033\text{--}0,2 \text{ м/с}; T_0 = 20\text{--}430 \text{ }^\circ\text{C}; R = 0,5d_1\text{--}2,885d_1 \text{ мм}; R = 50\text{--}500 \text{ мм}.$$

Степень деформации ε определяется по зависимости: $\varepsilon = 1 - (d_1/d_0)^2$, где $d_0 = 3,15$ мм – диаметр проволоки до волочения; d_1 – диаметр проволоки после волочения. Изменяя величину $d_1 = 3,19\text{--}2,82$ мм, степень деформации меняется в пределах $\varepsilon = 2\text{--}20$ %.

Для ступенчатого изменения параметров выбраны следующие величины:

$$v_1 = 0,033 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}; v_2 = 0,070 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}; v_3 = 0,110 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}; v_4 = 0,150 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}; v_5 = 0,200 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}.$$

$$R_1 = 0,5d_1 \text{ мм}; R_2 = d_1 \text{ мм}; R_3 = 1,5d_1 \text{ мм}; R_4 = 2,0d_1 \text{ мм}; R_5 = 2,885d_1 \text{ мм}.$$

$$\varepsilon_1 = 2 \text{ } \%; \varepsilon_2 = 7 \text{ } \%; \varepsilon_3 = 12 \text{ } \%; \varepsilon_4 = 17 \text{ } \%; \varepsilon_5 = 20 \text{ } \%;$$

$$d_1 = 3,19 \text{ мм}; d_2 = 2,95 \text{ мм}; d_3 = 3,04 \text{ мм}; d_4 = 2,87 \text{ мм}; d_5 = 2,82 \text{ мм}.$$

При анализе в качестве постоянных параметров выбраны $v_n = 0,2 \cdot 10^{-3}$ м/с; $d_1 = 2,95 \cdot 10^{-3}$ мм; $R = 2,885d_1$ мм; $\varepsilon = 12$ %; $T_0 = 20$ °C.

С помощью формул для времени деформации и выбранных величин параметров построены графики (рис. 1–4).

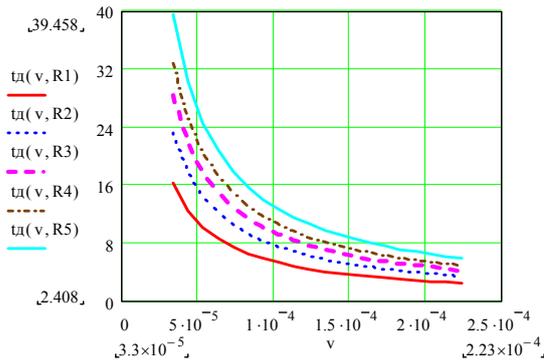


Рис. 1. Зависимость времени деформации t_d от v_n и R при $\varepsilon = \text{const}$

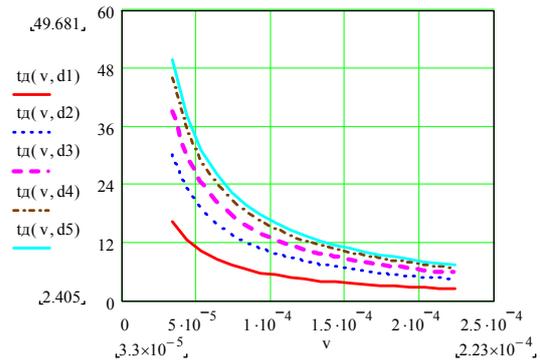


Рис. 2. Зависимость времени деформации t_d от v_n и ε при $R = \text{const}$

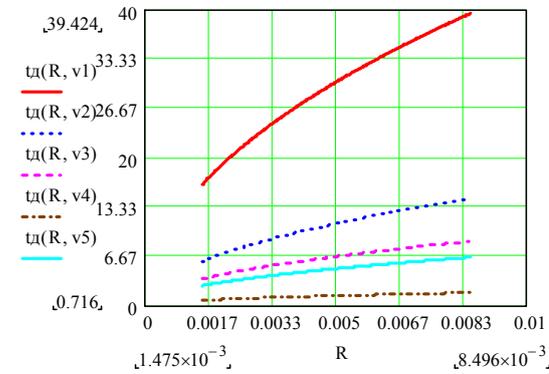


Рис. 3. Зависимость времени деформации t_d от R и v_n при $\varepsilon = \text{const}$

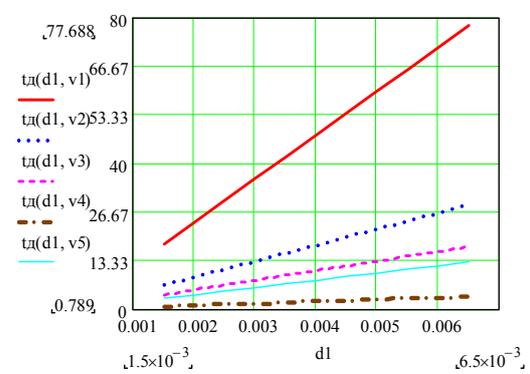


Рис. 4. Зависимость времени деформации t_d от ε и v_n при $R = \text{const}$

Анализ графиков (рис. 1–4) показывает, что по степени влияния на время деформации при волочении исследуемые параметры распределены начиная с наиболее влиятельного параметра: скорость деформации v_n , радиус валков R , степень деформации ε .

С ростом v_n значение t_d уменьшается, а с ростом ε значение t_d увеличивается. Изменением величин скорости и степени деформации можно добиться получения условия схватывания.

Литература

1. Селивончик, Н. В. Разработка критерия получения соединения покрытия с основой при плакировании обратным выдавливанием / Н. В. Селивончик, Ю. Л. Бобарикин // Материалы, технологии, инструменты. – 2002. – Т. 7, № 3. – С. 33–37.
2. Кочергин, К. А. Сварка давлением / К. А. Кочергин. – Л. : Машиностроение, 1972. – 216 с.
3. Каракозов, Э. С. Диффузионная сварка титана / Э. С. Каракозов, Л. М. Орлова, В. В. Пешков. – М. : Металлургия, 1977. – 272 с.