

М. О. Прядко
(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)
Науч. рук. **Н. В. Иноземцева**, канд. техн. наук, доцент

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА НА ВРЕМЯ АКТИВАЦИИ ПРИ ПЛАКИРОВАНИИ ВОЛОЧЕНИЕМ

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. 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 [1]. 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:

$$t_{\partial} \geq t_a \geq t_p \quad (1)$$

где t_{∂} – длительность совместной пластической деформации, с;

t_a – длительность активации поверхности менее деформируемой основы в зоне соединения, с;

t_p – длительность релаксации остаточных напряжений в покрытии, с.

В случае, когда активным центром при схватывании является дислокация с полем напряжения, для определения времени активации используется следующая зависимость [2]

$$t_a = \frac{L \cdot b}{\dot{\varepsilon} \cdot S}, \quad (2)$$

где L – путь движения дислокации до барьера, м;

b – модуль вектора Бюргерса для материала менее пластичной основы, м;

$\dot{\varepsilon}$ – скорость деформации металла основы в зоне соединения, с^{-1} ;

S – изменение площади активного центра в месте выхода дислокаций к зоне соединения, м^2 .

Для выбора определенных параметров процесса необходимо изучить их степень влияния на условие достижения адгезии при волочении. Для зависимостей, входящих в t_a , необходимо выбрать численные данные для параметров $\nu_n, R, \varepsilon, T_0$. Диапазоны параметров выбираются на основе технологических рекомендаций следующие:

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

Степень деформации ε определяется по зависимости: $\varepsilon = 1 - \left(\frac{d_1}{d_0}\right)^2$, где $d_0 = 3,15$ мм – диаметр проволоки до волочения, d_1 – диаметр проволоки после волочения. Изменяя величину $d_1 = [3,19 \dots 2,82]$ мм, степень деформации меняется в пределах $\varepsilon = [2 \dots 20]$ %. Для ступенчатого изменения параметров выбраны следующие величины:

$$\begin{aligned}
v_1 &= 0,033 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}; & R_1 &= 0,5 \cdot d_1 \text{ мм}; & \varepsilon_1 &= 2 \% ; & d_1 &= 3,19 \text{ мм}; \\
v_2 &= 0,070 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}; & R_2 &= 1,0 \cdot d_1 \text{ мм}; & \varepsilon_2 &= 7 \% ; & d_2 &= 2,95 \text{ мм}; \\
v_3 &= 0,110 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}; & R_3 &= 1,5 \cdot d_1 \text{ мм}; & \varepsilon_3 &= 12 \% ; & d_3 &= 3,04 \text{ мм}; \\
v_4 &= 0,150 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}; & R_4 &= 2,0 \cdot d_1 \text{ мм}; & \varepsilon_4 &= 17 \% ; & d_4 &= 2,87 \text{ мм}; \\
v_5 &= 0,200 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}. & R_5 &= 2,885 \cdot d_1 \text{ мм}; & \varepsilon_5 &= 20 \% ; & d_5 &= 2,82 \text{ мм}.
\end{aligned}$$

При анализе в качестве постоянных параметров выбраны

$$v_n = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}; \quad d_1 = 2,95 \text{ мм}; \quad R = 2,885 \cdot d_1 \text{ мм}; \quad \varepsilon = 12 \% ; \quad T_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Используя формулы для времени активации и выбранные величины параметров, построены графики (а)–(е) (рисунок 1).

Анализ графиков показывает, что по степени влияния на время активации исследуемые параметры распределены начиная с наиболее влиятельного параметра: начальная температура в очаге деформации, скорость деформации, радиус валков, степень деформации.

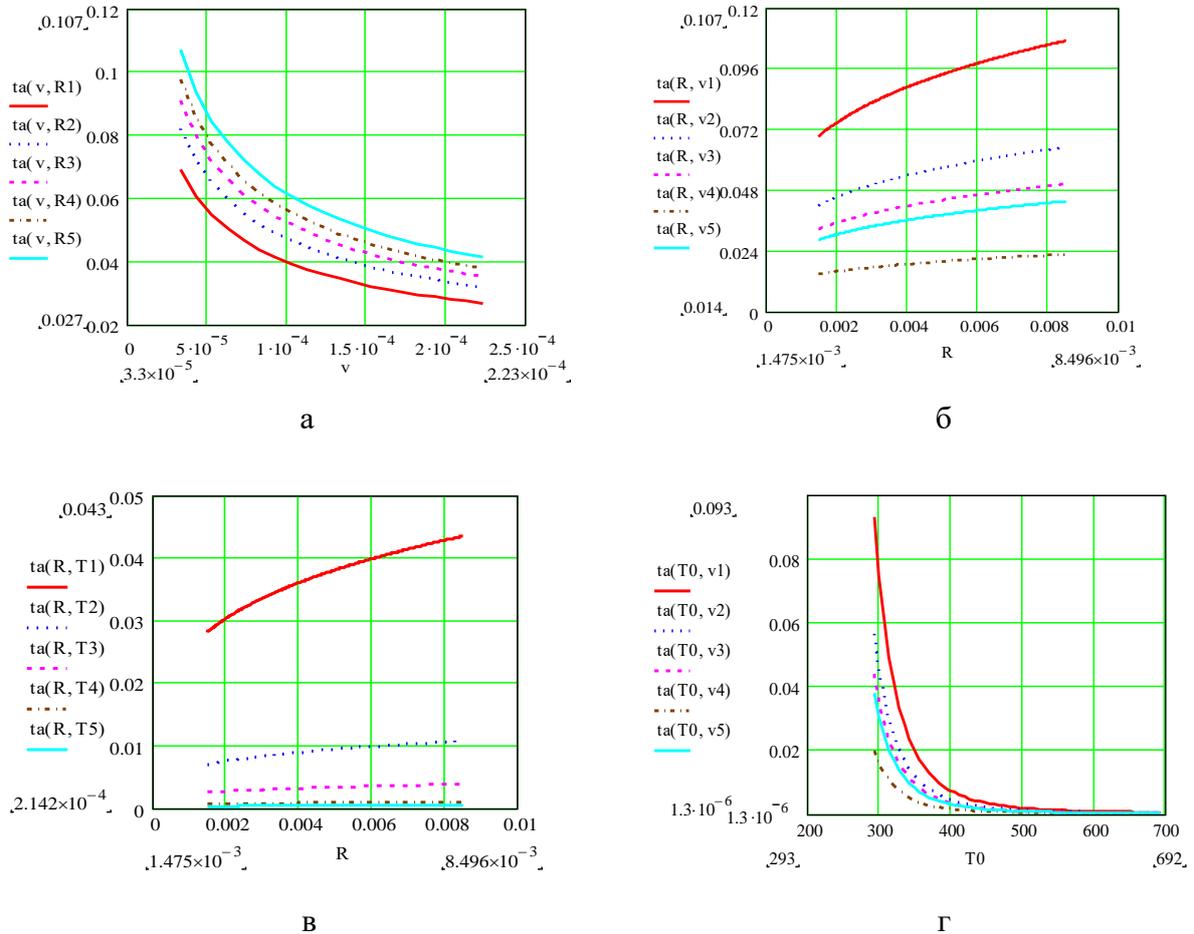


Рисунок 1 – Зависимость времени активации t_a :

- а – от v_n и R при $\varepsilon = \text{const}$, $T_0 = \text{const}$;
- б – от R и v_n при $\varepsilon = \text{const}$, $T_0 = \text{const}$;
- в – от R и T_0 при $\varepsilon = \text{const}$, $v_n = \text{const}$;
- г – от T_0 и v_n при $\varepsilon = \text{const}$, $R = \text{const}$;
- д – от ε и v_n при $T_0 = \text{const}$, $R = \text{const}$;
- е – от ε и T_0 при $v_n = \text{const}$, $R = \text{const}$, лист 1

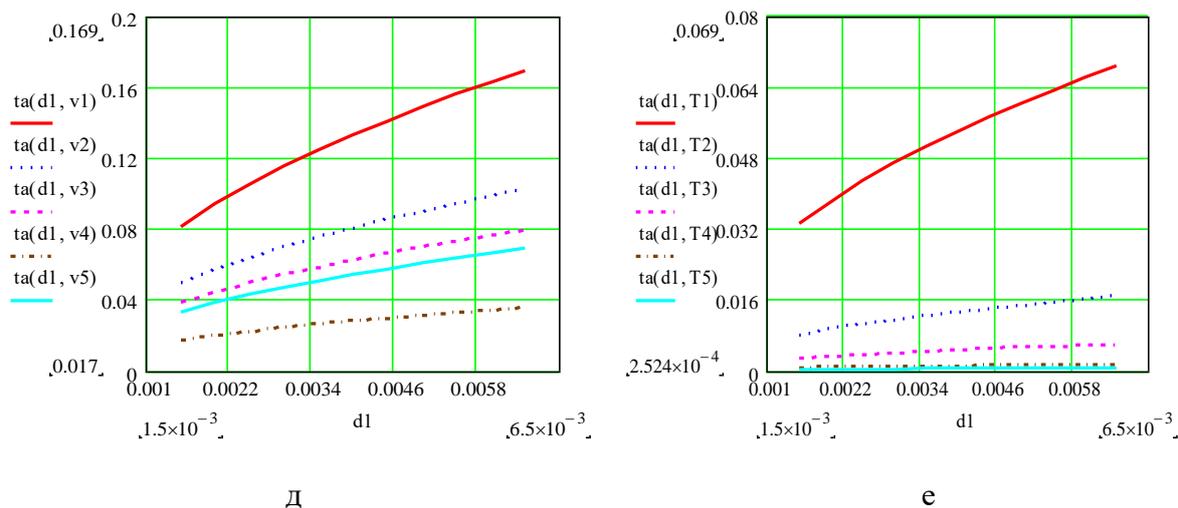


Рисунок 1 – Зависимость времени активации t_a :

а – от v_n и R при $\varepsilon = \text{const}$, $T_0 = \text{const}$; б – от R и v_n при $\varepsilon = \text{const}$, $T_0 = \text{const}$;
 в – от R и T_0 при $\varepsilon = \text{const}$, $v_n = \text{const}$; г – от T_0 и v_n при $\varepsilon = \text{const}$, $R = \text{const}$;
 д – от ε и v_n при $T_0 = \text{const}$, $R = \text{const}$; е – от ε и T_0 при $v_n = \text{const}$, $R = \text{const}$, лист 2

Изменением величин скорости и степени деформации можно добиться получения условия адгезии.

Литература

- Иноземцева, Н. В. Анализ условия соединения покрытия с основой при плакировании волочением / Н. В. Иноземцева, Ю. Л. Бобарикин, О. М. Валицкая // Материалы, технологии, инструменты. – 2004. Т. 9. – № 1. – С. 30–35.
- Каракозов, Э. С. Диффузионная сварка титана / Э. С. Каракозов, Л. М. Орлова, В. В. Пешков. – М. : Металлургия, 1977. – 272 с.

Д. В. Ризничук

(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)

Науч. рук. **В. А. Дробышевский**, ст. преподаватель

МЕТОДЫ UX-ИССЛЕДОВАНИЙ

Перед тем как разработать или модифицировать продукт, важно понять потребности пользователей. В этом помогут исследования UX, или исследования пользовательского опыта. Они предназначены для сбора и анализа информации о пользователях, их требованиях, поведении и способах использования продукта. Такие исследования актуальны на всех стадиях работы над продуктом, начиная от формирования идеи и заканчивая внесением изменений в уже существующий сервис.

Исследования UX подразделяются на количественные и качественные, выбор между которыми зависит от этапа разработки, поставленной задачи и цели исследования:

1. Количественные исследования UX помогают ответить на вопрос «Сколько?». Например, какое количество пользователей кликает на кнопку, покидает страницу, недоволен сервисом и т. д.

2. Качественные исследования отвечают на вопрос «Почему?». Например, почему пользователи не нажимают на определенную кнопку, почему они покидают страницу, почему они недовольны сервисом и т. д.