

описание самих программ, как ими пользоваться и конечно же как создавать программы для мобильных устройств.

Что касательно тестов, они будут делиться по платформам, чтобы при изучении не путался материал и знания. Когда будут изучены пользователем все платформы и идеально будут пройдены тесты по ним, то будет предложен один общий итоговый тест по всему материалу и он будет вмещать в себя вопросы по разным платформам. В итоге любому пользователю, у которого есть желание освоить данную дисциплину на хорошем уровне, будет достаточно скачать это приложение и воспользоваться им, без потерь во времени на поиск информации по книгам или в интернете, он сможет изучать специально подобранный материал, а после проверить свои знания.

**Е. В. Койпиш**

(ГГТУ имени П. О. Сухого, Гомель)

Науч. рук. **Н. В. Иноземцева**, канд. техн. наук, доцент

## **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПЛАКИРОВАНИЯ ОБРАТНЫМ ВЫДАВЛИВАНИЕМ НА УСЛОВИЕ СХВАТЫВАНИЯ**

Процесс нанесения на металлическую основу покрытия путем совместной пластической деформации основы и плакирующего материала является достаточно перспективным, вследствие высокой производительности и малой энергоемкости. Проблемы надежности соединения между слоем покрытия и основой достаточно актуальны, так как именно качество этого соединения во многом обеспечивает эксплуатационные характеристики получаемого материала. Целью исследований являлся анализ влияния параметров процесса на условие схватывания между слоями.

В результате исследований получены аналитические зависимости для параметров, входящих в условие схватывания [1]:  $t_d \geq t_a \geq t_p$ ,

где  $t_d$  – 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.

Длительность совместной пластической деформации определяется по зависимости:  $t_o = l_o / v_n$ , где  $l_o$  – длина очага деформации, м;  $v_n$  – скорость процесса деформирования металла, м/с;

Если предположить, что активным центром при схватывании является дислокация с полем напряжения для определения длительности активации используется следующая зависимость [2]:

$t_a = Lb / \dot{\epsilon} S$ , где  $L$  – путь движения дислокации до барьера м;  $b$  – модуль вектора Бюргера для материала менее пластичной основы, м;  $\dot{\epsilon}$  – скорость деформации металла в зоне соединения, 1/с;  $S$  – изменение площади активного центра в месте выхода дислокаций к зоне соединения, м<sup>2</sup>.

Длительность релаксации определяется зависимостью [2, 3]:  $t_p = t_0 \exp\left(\frac{U}{kT}\right)$ , где  $t_0$  – период собственных колебаний атомов около равновесного положения,  $t_0 = 10^{-13}$  с;  $R$  – универсальная газовая постоянная;  $T$  – температура в зоне деформации, К;  $U$  – энергия активации процесса, контролирующего релаксацию внутренних напряжений в покрытии.

Для выбора определенных параметров процесса необходимо изучить их степень влияния на условие достижения адгезии. В практических целях наиболее приемлемо использовать наиболее влиятельные параметры процесса на условие достижения адгезии. В качестве таких параметров рассматривается скорость процесса, степень деформации и геометрия очага деформации. Было подробно изучено влияние этих параметров на величину времени деформации, времени активации и релаксации.

Диапазоны параметров выбирались в соответствии с технологическими рекомендациями:  $v_n = [0,2...12]$  мм/с;  $\epsilon = 2...20\%$ ;  $T_0 = [20...700]^\circ\text{C}$ ,  $v1 = 0,2 \cdot 10^{-3}$  м/с;  $v2 = 3 \cdot 10^{-3}$  м/с;  $v3 = 5,8 \cdot 10^{-3}$  м/с;  $v4 = 8,6 \cdot 10^{-3}$  м/с;  $v5 = 12 \cdot 10^{-3}$  м/с. При анализе в качестве постоянных параметров были выбраны  $v_n = 2,2 \cdot 10^{-3}$  м/с;  $\epsilon = 12\%$ ;  $T_0 = 20^\circ\text{C}$ .

Используя формулы для времени деформации, активации, релаксации и выбранные величины параметров были построены графики, некоторые из которых представлены на рисунках 1–3.

Анализ графиков показывает, что наибольшее влияние на  $t_o$ ,  $t_a$  и  $t_p$  оказывает скорость деформации  $v_n$  и  $\epsilon$ . С ростом  $v_n$  значение  $t_o$  и  $t_a$

уменьшается, а с ростом  $\varepsilon$  значение  $t_{\partial}$  и  $t_a$  увеличивается. Изменением величин скорости и степени деформации можно добиться получения условия схватывания.

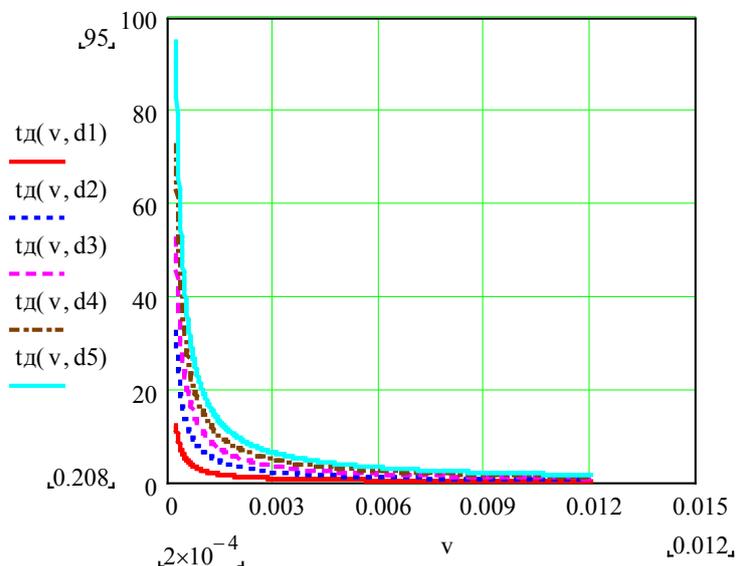


Рисунок 1 – Зависимость времени деформации  $t_{\partial}$  от  $v_n$  и  $\varepsilon$  при  $T_0 = \text{const}$

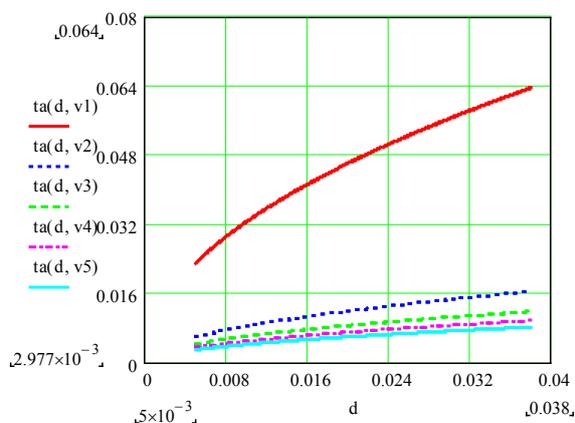


Рисунок 2 – Зависимость времени активации  $t_a$  от  $\varepsilon$  и  $v_n$  при  $T_0 = \text{const}$

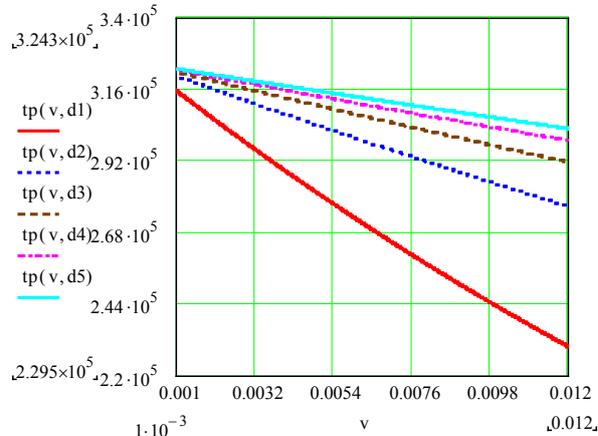


Рисунок 3 – Зависимость времени релаксации  $t_{\rho}$  пары металлов сталь-алюминий от  $v_n$  и  $\varepsilon$  при  $T_0 = \text{const}$

## 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. – 216с.

3. Каракозов, Э. С. Диффузионная сварка титана / Э. С. Каракозов, Л. М. Орлова, В. В. Пешков. – М.: Металлургия, 1977, – 272с.

**К. Г. Комяк**

(БГУ, Минск)

Науч. рук. **А. Л. Толстик**, д-р физ.-мат. наук, профессор

## **ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДИФРАКЦИОННЫМИ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ**

Разработка и создание управляемых дифракционных элементов на основе жидких кристаллов – одно из перспективных направлений современной фотоники. Жидкокристаллические (ЖК) элементы характеризуются низким рабочим напряжением, высокой анизотропией тонких оптических слоев, дешевизной изготовления и позволяют формировать световые поля с заданными свойствами.

Целью представленной работы являлось исследование оптических свойств двумерных дифракционных структур, созданных на основе нематических жидких кристаллов с различной ориентацией директора. Исследуемые в работе ЖК-элементы были созданы методом фотоориентации. Важным элементом данной методики является фотоориентант, который задает граничные условия ориентации директора жидкого кристалла на поверхности. Эксперименты проводились с двумя типами ЖК дифракционных элементов: «твист-планар» и «елочка».

В первом случае на одной из подложек ЖК ячейки фотоориентант засвечивался пространственно модулированным излучением с использованием амплитудной фотомаски, вторая подложка была засвечена ортогонально поляризованным пространственно однородным излучением. В итоге в местах засветки фотополимера пространственно модулированным излучением формировалась твист структура, которая чередовалась с планарной ориентацией директора ЖК (рисунок 1, а).