

новленным критериальным параметрам для плиток, доставленных с реконструируемого объекта.

Высокий уровень физико-химических свойств и стабильность цветовых характеристик изделий обеспечивается рациональным сочетанием структурных составляющих, а также фазовым составом образцов, представленным главным образом муллитом, кварцем и анортитом.

Возможной областью использования разработанных составов является дальнейшее их применение для изготовления плиток для полов, предназначенных для реставрации культурно-исторических объектов и памятников архитектуры, в частности дворцово-паркового ансамбля в г. Несвиже и других объектов региона.

УДК 621.793

Голушко В.М.

## КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОЧИСТКИ ИЗДЕЛИЙ ПЕРЕД ФОРМИРОВАНИЕМ ПОКРЫТИЙ

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель доктор техн. наук, доцент Иващенко С.А.*

В настоящее время очистка (промывка) деталей перед формированием различных функциональных покрытий вакуумно-плазменными методами является наиболее трудоемкой, дорогой и ответственной стадией подготовки (10-25% от общей трудоемкости) [1]. Процесс очистки поверхности деталей перед нанесением покрытия из двух стадий. Первая стадия (предварительная очистка) заключается в удалении грубых технологических загрязнений (наклеечных смол, защитных лаков и т.д.), вторая стадия (окончательная очистка) обеспечивает полное удаление остатков загрязнений пыли, жировых пятен.

Поверхность неметаллических деталей после очистки должна отвечать весьма строгим требованиям: количество остаточных загрязнений не должно превышать  $1 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-9}$  г/см<sup>2</sup>; на полированных поверхностях не должно быть видимых соринков, остатков шлифовальных порошков, радужных пленок, подтеков, забоин, сколов, а также отпечатков пальцев. [2]

Проведенные ранее эксперименты по определению состава и количества загрязнений на поверхности образцов из стекла (в качестве образцов использовалось плоское бесцветное флоат-стекло марки М1 ГОСТ 111 – 2001, предназначенное для остекления строительных конструкций, средств транспорта, мебели, а также изготовления стекол с покрытиями, зеркал [3]) после различ-

ных видов предварительной обработки показали, что существующие методы внекамерной предварительной и окончательной очистки поверхности не позволяют получить абсолютно чистую поверхность, что предопределено видом загрязнений имеющихся на поверхности. Знать степень чистоты поверхности перед формированием покрытий необходимо, так как это существенно влияет на выбор режимов внутрикамерной подготовки поверхности. Поэтому особое место в технологическом процессе формирования вакуумно-плазменных покрытий защитно-декоративного назначения на стекло отводится контролю качества очистки.

Для оценки состояния поверхности изделий после очистки используются как объективные (краевой угол смачивания), так и субъективные (визуальный контроль в косом отраженном свете) методы [4].

Авторы работы [5] отмечают, что одним из чувствительных методов контроля чистоты поверхности является определение краевого угла смачивания. Данный метод позволяет обнаружить загрязнения порядка  $10^7 - 10^8$  г/см<sup>2</sup> и определять равномерность очистки поверхности.

Краевой угол смачивания определяли с помощью автоматизированной



Рисунок 1 - Автоматизированная установка для измерения поверхностного натяжения жидкостей и краевых углов смачивания

установки для измерения поверхностного натяжения жидкостей и краевых углов смачивания (см. рисунок 1).

Установка включает оптический микроскоп Stemi SV6, видеокамеру Sony, оцифровывающий процессор для формирования и записи в цифровой форме оптического изображения исследуемой капли, дозатор жидкости, держатели сидящей и висящей капле, систему лазерного освещения образца и персональный компьютер, осуществляющий анализ изображений.

**Методика измерения.** Образец помещался на предметном столике исследуемой поверхностью вверх. Регулируемыми винтами образец устанавливался строго горизонтально. После этого с помощью дозатора на его поверхность подавалась капля дистиллированной воды массой 0,025г (см. рисунок 2).

Для предотвращения растекания капли вследствие ее удара о поверхность нижний край капли в момент ее отрыва находился над поверхностью исследуемого образца на высоте всего 1-1,5 мм. После чего поверхность с нанесенной каплей освещалась с помощью лазера и полученное оптическое изображение записывалось через видеокамеру на персональный компьютер, где осуществлялся анализ полученных изображений (см. рисунок 3).



Рисунок 2 – Фотография капли на поверхности образца

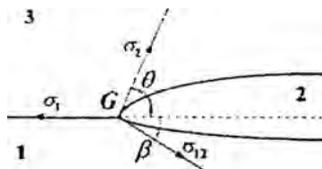


Рисунок 3 – Компьютерное изображение капли на поверхности образца

После высаживания капля приходит в равновесное состояние в течение первых 10-15 с. В течение следующих 2-3 мин краевой угол остается постоянным, а затем уменьшается более чем на  $1^\circ$  за счет испарения. [5] Поэтому запись оптического изображения проводилась в тот промежуток времени, когда краевой угол смачивания оставался постоянным.

Так как на значение краевого угла смачивания влияют параметры шероховатости поверхности, то для оценки эффективности различных видов внекамерной очистки и выбора оптимального метода использовались образцы после предварительной механической обработки, имеющие одинаковую шероховатость.

Определение краевого угла смачивания производилось в нескольких местах поверхности и вычислялось среднее значение – это позволяло сделать вывод о равномерности очистки всей поверхности.

В результате программной обработки оптических изображений были получены следующие значения краевых углов смачивания поверхности образцов после различных видов внекамерной очистки (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Значения краевого угла смачивания поверхности образцов

Вид обработки	Значение краевого угла смачивания в разных точках поверхности, град.					
	1	2	3	4	5	Среднее значение
1	2	3	4	5	6	7
Исходная поверхность (после предварительной подготовки и очистки)	75	80	72	85	82	79
После мойки в дистиллированной воде с использованием универсальных моющих средств	62	65	73	70	67	67
После мойки в спирте ректификате	35	32	34	35	35	34
После мойки в спирте ректификате и хранения в течение 1 часа на воздухе	51	55	53	50	55	53
После мойки в спирте ректификате и хранения в течение 1 часа в эксикаторе	35	37	36	36	37	36

Анализ результатов экспериментальных исследований, приведенных в таблице 1 показывает, что при предварительной подготовке и очистке, мойке в дистиллированной воде с использованием универсальных моющих средств значения краевого угла смачивания в разных точках поверхности образцов отличались, что свидетельствует о избирательности действия данных методов обработки на имеющиеся на поверхности образцов загрязнения, то есть данные методы обработки не обеспечивают необходимую равномерность очистки.

Наименьшему значению краевого угла смачивания соответствует поверхность образцов обработанных в спирте ректификате. Однако краевой угол смачивания и после такой обработки недостаточно мал, что указывает на необходимость дополнительной внутрикамерной очистки поверхности перед формированием покрытия.

У образцов, хранившихся на воздухе после предварительной внекамерной очистки в течение 1 часа, значение краевого угла смачивания значительно возрастает. Это очевидно связано с тем, что на поверхности интенсивно образуется окисная пленка. А у образцов хранившихся в специальной таре – эксикаторе, значения краевого угла смачивания увеличились незначительно. Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что изделия подлежащие формированию покрытия необходимо хранить в специальной таре, а также следует максимально сократить межоперационное время между предварительной внекамерной подготовкой и формированием покрытия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вдовкина, В. В. Выбор технологических жидкостей для ультразвукового разблокирования и промывки оптических деталей/ В.В.Вдовкина, В.Г. Зубаков// Оптико-механическая промышленность. – 1982. №4. – С.45-47.
2. Маслов, В. П. Эллипсометрическое исследование поверхности кристаллического кварца после механической обработки/ В.П. Маслов, Т.С. Мельник, В.А. Одарич// Оптико-механическая промышленность. – 1985. №4. – С.1-2.
3. Стекло листовое. Технические условия: ГОСТ 111-2001. – Введ. 01.07.2003. – Межгос. Научно-техническая комиссия по стандартизации, техническому нормированию и сертификации в строительстве, 2003. – 19с.
4. Кузнецов, А.В. Влияние химико-механической очистки поверхности оптических диэлектриков на ее зарядовое состояние / А.В. Кузнецов, М.Л. Клебанов //Оптико-механическая промышленность. – 1985. - №11. – С.58-59.
5. Ройх, И.Л. Защитные вакуумные покрытия на стали / И.Л. Ройх, Л.Н. Колтунова. – М.: «Машиностроение», 1971. – 280с.