

Для финишной отделки различных изделий часто применяют лаки, представляющие собой растворы натуральных или синтетических смол с функциональными добавками в среде органических растворителей. Однако их использование сопряжено с безвозвратной утерей растворителей в процессе сушки и сильным загрязнением атмосферы. Поэтому в последние годы с ужесточением требований экологической безопасности широкое применение получили лакокрасочные материалы на водной основе, в которых в качестве связующего и пленкообразующего веществ используются водные дисперсии органических полимеров. Естественно, преимущества в экологической полноценности подобных материалов негативно сказываются на их эксплуатационных характеристиках, в частности на барьерных, прочностных и декоративных свойствах. Поэтому работы по совершенствованию таких материалов весьма актуальны. Одним из путей улучшения лаковых материалов на водной основе является применение в составе наноразмерных наполнителей, содержание которых, как показано в ряде работ [1-4], до определенных значений позволяет повысить стойкость покрытий (Пк) на их основе к физико-механическим воздействиям без потери прозрачности. Таким образом введение дисперсной фазы в состав прозрачной среды не способствует ее помутнению, что основано на способности видимого света огибать частицы с размером меньше длины его полуволны [5]. Наличие же в составе Пк микроразмерных наполнителей, также приводит к улучшению физико-механических характеристик, однако снижает их прозрачность. Для получения наноразмерных наполнителей используют различные методы, при этом, часто, продукты одной химической природы, полученные разными методами, имеют различающиеся свойства. В данной работе исследовано влияние нанодисперсного наполнителя на основе диоксида кремния (SiO_2), полученного двумя разными методами, на эксплуатационные и оптические свойства полимерных покрытий. В качестве пленкообразующей основы Пк была использована водная полиуретановая дисперсия «Аквапол 24» производства ООО НПП «Макромер» (г. Владимир). Наполнителем служили наночастицы SiO_2 , полученные плазменным (КП) [2,6] и золь-гель (КЗ) [7,8] методами, представляющие собой водные наносuspensions. Средний размер частиц в использованных золях, определенный спектрофотометрическим методом [5] (спектрофотометр Proscan MC 122), составил при КП получения наночастиц SiO_2 - 25 нм, а при КЗ - 27 нм. При этом дисперсный состав наносuspensionей SiO_2 , полученный при помощи лазерного дифракционного анализатора Malvern Zetasizer Nano ZS, фотонного корреляционного спектрофотометра Photocor Complex, а также анализатора частиц ZetaPALS/BI-MAS, практически совпадает (КП: 19,3-35,1 нм, КЗ 15,2-31,7 нм). Композиции для получения Пк готовили смешением расчетных количеств пленкообразующей дисперсии и наносuspensionей при помощи лабораторного перемешивающего устройства. Пк наносили на стеклянные подложки различных

размеров при помощи краскораспылительного пистолета (с технологией HVLP) в несколько слоев с промежуточной сушкой в течение 1 ч и окончательной в течение 4 часов. Толщина сформированных Пк составляла 50 ± 5 мкм (150 ± 5 мкм, для определения износостойкости). Блеск Пк оценивали с помощью спектрофотометра Proscan MC 122 под углом падения света 45° , а для определения коэффициента диффузного отражения Пк использовали ручной спектрофотометр X-RiteColorDigitalSwatchbook®. Оценку сопротивления вдавливанию Пк проводили по глубине отпечатка сферического наконечника с диаметром наконечника 1 мм, твердость по Персозу - на маятниковом приборе ТМЛ типа А (ГОСТ 5233-89). Стойкость к абразивному износу определяли при помощи прибора Taber 5155. Критерием износостойкости служило значение потери массы Пк от числа оборотов, соответствующее усредненному значению количества оборотов, необходимого для износа (потери) 1 мг Пк (I). На первом этапе работы исследовали оптические свойства покрытий. Из представленных на рис. 1а концентрационных зависимостей блеска (Б) видно, что данный параметр уменьшается при увеличении концентрации оксида кремния, полученного КЗ, и остается практически неизменным при наполнении полимерного Пк оксидом кремния, полученным КП. Наблюдаемая для Пк, наполненных SiO_2 (КЗ), зависимость, а именно снижение блеска при $\text{CSiO}_2 > 3\%$, может быть вызвана увеличением шероховатости поверхности за счет увеличения доли наполнителя, особенно в приповерхностном слое покрытия. Рис. 1 - Зависимость блеска (а) и коэффициента диффузного отражения (б) полиуретановых Пк от содержания наноразмерного SiO_2 , полученного КП (1) и КЗ (2) Однако при этом не наблюдается увеличение диффузного отражения этих Пк (рис. 1б), что, как правило, нехарактерно при увеличении шероховатости данных систем. В случае же полиуретановых Пк, наполненных оксидом кремния, полученным КП, существенное изменение их оптических характеристик не наблюдается. На следующем этапе работы исследовали физико-механические свойства покрытий. Анализ данных, приведенных на рис. 2а, показывает, что с увеличением содержания оксида кремния, полученного КЗ, в составе Пк снижается их твердость по Персозу и увеличивается сопротивление вдавливанию. Такое различие, казалось бы, схожих параметров, по-видимому, связано с увеличением шероховатости поверхности и особенностями методик измерения. Однако данные, представленные на рис. 2б и характеризующие Пк, наполненные SiO_2 (КП), показывают экстремальную концентрационную зависимость сопротивления вдавливанию и плавное снижение твердости по Персозу, причем максимальное значение сопротивления вдавливанию наблюдается для Пк, содержащих 3-4% наноразмерного оксида кремния. Данное обстоятельство может быть интерпретировано различным влиянием наноразмерного SiO_2 на структуру Пк в момент его формирования. Исследование стойкости сформированных покрытий к износу (рис. 3) показало наличие

экстремальной зависимости данного параметра при использовании в качестве наполнителя наноразмерного оксида кремния, полученного плазменным методом. а б Рис. 2 - Зависимость сопротивления вдавливанию (1) и твердости по Персозу (2) полиуретановых Пк от содержания наноразмерного SiO_2 , полученного КЗ (а) и КП(б) Введение в состав Пк данного наполнителя способствует увеличению износостойкости до 4,7 оборот/мг (в 2 раза) при 7%-ном содержании. Увеличение содержания наноразмерного SiO_2 , полученного КЗ, в составе Пк не приводит к изменению данного показателя. Рис. 3 - Зависимость износостойкости полиуретановых Пк от содержания наноразмерного SiO_2 , полученного КП(1) и КЗ (2) Таким образом, полученные данные свидетельствуют о влиянии способа получения наноразмерного SiO_2 на свойства полиуретановых покрытий. Из результатов экспериментов видно, что использование в качестве наполнителя наноразмерного оксида кремния, полученного плазмодинамическим методом, до определенного его содержания приводит к улучшению физико-механических характеристик полиуретановых Пк без ухудшения оптических свойств.