

2. Нейлонд, О.Я. Органическая химия / О.Я. Нейлонд. – М: Высшая школа, 1990. – 751 с.
3. Чичибабин, А.Е. Основные начала органической химии / А.Е. Чичибабин. – М: Госхимиздат, 1958. – 767 с.
4. Кричевский, Г.Е. Очистка сточных вод предприятий легкой промышленности / Г.Е. Кричевский, М.В. Корчагин, А.В. Сенахов. – М: Легкая промышленность и бытовое обслуживание, 1985. – 640 с.
5. Краткая химическая энциклопедия: в 5 т. / И.Л. Кнунянц [и др.]; под общ. ред. И.Л. Кнунянц. – М: Советская энциклопедия, 1964. – Т. 3. – 1112 с.

Материал поступил в редакцию 01.02.10

#### ZHYTINEV B.N., BELOV S.G., NAUMCHIK G.O. Usage of ozone for reducing coloring of sewage of textile factories in light industry

The article deals with mechanisms of non-limited and aromatic organic compounds in aqueous solutions. The emphasis is laid upon ozone interaction with azo-dye-stuffs. The detailed carrying out of experimental research, permitting to measure out ozone in doses exactly into reactionary mixture. The article reveals the data of experimental research, illustrating the effectiveness of ozonusage for destruction of dye-stuffs in model solutions. The comparison of effective ozonusage with usage of with usage of restorative for reducing of solution-coloring has been carried out by the authors. Specific ozonedoses for decreasing solution-coloring of synthetical dye-stuffs have been determined preliminarily.

УДК 667.637.222:625.75

Тур Э.А., Басов С.В.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НОВЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИ РАЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ РАЗМЕТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

**Введение.** Значительный рост парка автомобилей в последние годы и отставание темпов строительства новых и реконструкции существующих автомобильных дорог (как магистральных, так и городских) повышают роль технических средств организации дорожного движения. Горизонтальная разметка автомобильных дорог занимает особое место среди данных технических средств. Наряду с дорожными знаками, светофорами и сигнальными столбиками горизонтальная дорожная разметка снижает вероятность возникновения аварийной ситуации и дорожно-транспортных происшествий. Основным её отличием является продолжительность нахождения в поле зрения водителей. Эта особенность позволяет применять разметку не только для регулирования транспортных потоков, но и для организации движения пешеходов. Применение горизонтальной разметки в настоящее время признано одной из самых эффективных мер обеспечения безопасности на автомобильных дорогах. Отсутствие или неудовлетворительное состояние горизонтальной разметки по мировой статистике является прямой или косвенной причиной 8-10 % дорожно-транспортных происшествий. Наличие же на дорожном полотне разметки с высокой функциональной долговечностью позволяет наиболее полно реализовать пропускную способность дороги, поддерживать на оптимальном уровне психофизиологическую нагрузку водителей.

В настоящее время в качестве разметочных материалов широко применяют краски на основе органических растворителей. Их функциональная долговечность невелика и в среднем составляет 6-8 месяцев. Они технологичны, просты в производстве и относительно дешевы, но обладают рядом существенных недостатков, к которым относятся недостаточная эластичность, низкая устойчивость к воздействию переменных температур, обусловленная проницаемостью сформированной плёнки лакокрасочного покрытия (ЛКП), а также наличие органических растворителей в рецептуре. ЛКП формируется из раствора за счёт физического испарения растворителя. Кинетически этот процесс разделяют на две стадии: интенсивное испарение растворителя из жидкого слоя лакокрасочного материала (ЛКМ) и испарение растворителя из сформированной плёнки. Вторая стадия является более продолжительной и зависит как от конкретных условий процесса, так и от химической природы плёнокообразующего полимера [1]. Длительное испарение органических растворителей в атмосферу в процессе формирования ЛКП представляет собой серьёзную экологическую проблему.

Новым, экологически рациональным материалом для горизонтальной разметки автомобильных дорог являются пластики холодного нанесения. Связующим в рецептуре холодных пластиков является раствор акриловых полимеров в смеси мономеров (метилового эфира метакриловой кислоты и бутилового эфира акриловой или метакриловой кислоты). Отверждение материала происходит за счёт протекания в системе каталитической реакции инициированной радикальной полимеризации. В качестве инициатора полимеризации, чаще всего, используют дибензоилпероксид, который добавляют в ЛКМ непосредственно перед его нанесением на дорожное полотно [2].

Пластики холодного нанесения относят к долговечным толсто-слоистым разметочным материалам. Их функциональная долговечность должна составлять не менее трёх лет, при условии соблюдения технологии нанесения [3]. Такие ЛКП устойчивы к воздействию переменных температур, повышенной влажности, УФ-излучению, обладают достаточной эластичностью и износостойкостью.

Для прогнозирования функциональной долговечности холодных пластиков, изготовленных по новым рецептурам, следует руководствоваться комплексной оценкой состояния ЛКП, суммирующей отдельные, наиболее значимые, показатели. Такими показателями являются водопоглощение сформированного ЛКП, эластичность и адгезия к асфальтобетону.

**Методика эксперимента.** Водопоглощение ЛКП, сформированных на основе пластиков холодного нанесения, определяли по общепринятой методике [1]. На предварительно взвешенные стеклянные (инертные) пластинки размером  $(100 \times 120 \times 2) \pm 1$  мм наносили аппликатором холодные пластики с определённым количеством инициатора полимеризации слоем толщиной  $2,25 \pm 0,25$  мм, т.е. максимально приближенной к используемой в реальной практике дорожной разметки. После отверждения образцы выдерживали на воздухе в течение трёх суток при температуре  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ , взвешивали с точностью до 0,001 г, помещали в эксикатор с дистиллированной водой и испытывали при температуре  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  в течение 1-7 суток. Образцы были полностью погружены в воду, поверхности не касались друг друга и стенок эксикатора. После извлечения из воды их осушали фильтровальной бумагой и взвешивали с точностью до 0,001 г. Критерием оценки водопоглощения являлось количество воды, выраженное в процентах, по отношению к массе отвержденного ЛКП, которое поглощается этим ЛКП при полном его погружении в

Тур Элина Аркадьевна, к.т.н., доцент кафедры инженерной экологии и химии Брестского государственного технического университета.

Басов Сергей Владимирович, к.т.н., доцент, зав. кафедрой инженерной экологии и химии Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология

воду за определенные промежутки времени. Водопоглощение (W) в процентах рассчитывали по формуле (1):

$$W = \{ [(m_2 - m_0) - (m_1 - m_0)] / (m_1 - m_0) \} \times 100\%, \quad (1)$$

где  $m_0$  – масса чистой стеклянной пластинки, г;

$m_1$  – масса пластинки с отвержденным пластиком до испытания, г;

$m_2$  – масса пластинки с отвержденным пластиком после испытания, г.

За результат принимали среднее арифметическое серии параллельных измерений, округлённых до 0,1 г. Относительная ошибка измерений не превышала 5 %.

Эластичность ЛКП определяли с помощью прибора «Изгиб» по стандартной методике [1]. ЛКМ наносили на пластинки из алюминиевых лент длиной 100–150 мм, шириной 20–50 мм, толщиной 0,25–0,32 мм. Отвержденные образцы выдерживали перед испытаниями в течение трёх суток. Дефекты, обнаруженные на расстоянии менее 2 мм от края образца, не учитывали.

Адгезию к асфальтобетону определяли по стандартной методике [3] методом отрыва. В пластик вводили инициатор полимеризации в количестве 2% от массы материала, тщательно вымешивали в течение 1 мин. и заливали в форму. Отвержденные образцы выдерживали перед испытаниями в течение трёх суток.

Исследовали шесть новых рецептур пластиков холодного нанесения. Все исследованные композиции содержали в качестве пленкообразующего растворы акриловых полимеров в смеси мономеров (метилового эфира метакриловой кислоты и бутилового эфира акриловой или метакриловой кислоты) в количестве 20–21% по массе, комплекс функциональных добавок (пластификатор, диспергатор, смачиватель подложки, агент реологии, регулятор качества поверхности, катализатор аминного типа, стабилизатор, антиоксидант), диоксид титана рутильной формы в качестве пигмента – 10% по массе, карбонат кальция размерами частиц 5–20 мкм в качестве мелкодисперсного наполнителя – 40–42% по массе. В качестве крупнодисперсного наполнителя использовали стеклошарики без поверхностной обработки размером 100–600 мкм, мелкий кварцевый песок с размерами частиц 0,2–0,8 мм и крупный кварцевый песок с размерами частиц 0,8–1,2 мм. Композиция №1 содержала стеклошарики, №2 – мелкий кварцевый песок, №3- мелкий и крупный кварцевый песок в соотношении 2:1, №4 мелкий и крупный кварцевый песок в соотношении 1:1, №5 – мелкий и крупный кварцевый песок в соотношении 1:2, №6 – крупный кварцевый песок.

Результаты испытаний и измерений, усреднённые по всей серии образцов ЛКП, приведены в таблицах 1–2.

Средние значения водопоглощения ЛКП составили 0,13–0,30% через 1 сутки и 0,35–0,88% через 7 суток пребывания в воде. С увеличением количества крупнодисперсного наполнителя в рецептурах пластиков холодного нанесения прослеживается чёткая тенденция к увеличению водопоглощения ЛКП. Эластичность ЛКП улучшается с увеличением процентного содержания крупного кварцевого песка. ЛКП, содержащие стеклошарики, показали самую низкую эластичность. Все исследованные ЛКП показали примерно равную адгезию к асфальтобетону, независимо от природы и гранулометрического состава крупнодисперсного наполнителя, причём значительно выше величины, равной 0,5 МПа, нормируемой [3].

Таблица 1. Водопоглощение ЛКП

№ композиции	Водопоглощение (W), % через			
	1 сут.	2 сут.	3 сут.	7 сут.
1	0,30	0,47	0,69	0,88
2	0,13	0,20	0,25	0,35
3	0,14	0,25	0,35	0,44
4	0,15	0,30	0,42	0,51
5	0,16	0,35	0,49	0,56
6	0,20	0,40	0,48	0,61

Таблица 2. Физико-механические показатели ЛКП

№ композиции	Эластичность, Ø стержня, мм	Адгезия к асфальтобетону методом отрыва, МПа
1	Более 20	0,88
2	20	0,86
3	18	0,87
4	18	0,88
5	18	0,87
6	16	0,88

**Заключение.** Приведенные выше результаты испытаний свидетельствуют о высокой адгезии пластиков холодного нанесения всех исследованных рецептур к асфальтобетону (почти в 2 раза выше нормируемой). Эластичность и водопоглощение ЛКП напрямую зависят как от химической природы пленкообразующего [4], так и от гранулометрического состава наполнителя, входящего в композицию. С увеличением процентного содержания кварцевого песка мелкой фракции растёт плотность «упаковки» наполнителя в толстослойном ЛКП. Очевидно, что в высоконаполненных толстослойных лакокрасочных покрытиях так же, как и в композиционных строительных материалах, после отверждения образуется определенный объём микропор [5]. Таким образом, структура материала определяется объёмом пор и системой микропустот. Пористость является решающим фактором, влияющим на капиллярную диффузию воды и способностью к её поглощению толстослойным ЛКП. Согласно проведенным исследованиям, более плотно «упакованные» ЛКП обладают значительно меньшим водопоглощением. В то же время их эластичность ниже, чем у менее «упакованных» ЛКП.

Таким образом, проведенные исследования эксплуатационных показателей новых экологически рациональных материалов для горизонтальной разметки автомобильных дорог показали, что необходимо придерживаться определенного баланса физико-механических свойств ЛКП на основе пластиков холодного нанесения. Образцы композиций №3, №4 и №5 являются оптимальными для получения экологически рационального разметочного материала с максимальной функциональной долговечностью.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Карякина, М.И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий / М.И. Карякина. – М.: Химия, 1988. – 272 с.
2. Тур, Э.А. Новый экологически и экономически рациональный материал для горизонтальной разметки автомобильных дорог / Э.А. Тур, С.В. Басов // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2009 – № 2. – С. 66–67.
3. Материалы для горизонтальной разметки автомобильных дорог: СТБ 1520-2008.
4. Яковлев, А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий / А.Д. Яковлев. – Л.: Химия, 1981. – 352 с.
5. Фрёссель, Ф. Ремонт влажных и повреждённых солями строительных сооружений / Ф. Фрёссель. Пер. с немецкого под. ред. М.Я. Яковлевой. – М.: ООО «Пэйнт-Медиа», 2006. – 320 с.

Материал поступил в редакцию 17.12.09

#### TUR E.A., BASOV S.V. Investigation of performance of new environmentally efficient materials for highway horizontal marking

There results of investigation of performance of new environmentally efficient materials for highway horizontal marking are shown. The obtained results prove cold coating plastic compositions to have high adhesion to bituminous concrete, almost twice as much as normalized value. Elasticity and water uptake of investigated materials are demonstrated to be related with granulometric composition structure. There optimal formulas for minimal water uptake compositions have been defined.