

УДК 67.04

Наталья Ивановна Баурова, д-р техн. наук, проф.,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, nbaurova@mail.ru

СТРУКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СЛЮДОПИГМЕНТОВ

Аннотация. В данной статье рассматривается возможность применения слюдопигментов в качестве наполнителей при создании интеллектуальных полимерных материалов. Приводятся результаты структурных исследований диагностических материалов на основе слюдопигментов в зависимости от технологии нанесения.

Ключевые слова: наполнители, полимерные материалы, слюдопигменты, структура.

Natalia I. Baurova, Dr., professor,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, nbaurova@mail.ru

MICROSTRUCTURE RESEARCH OF DIAGNOSTIC MATERIALS BASED OF SLYUDOPIGMENT

Abstract. This article is about polymeric materials base of slyudopigment, research its different properties and application. Special attention is given smart properties, as diagnostic. Technology application is research and research different mechanical and diagnostic properties.

Keywords: polymeric materials slyudopigment, microstructure.

Введение

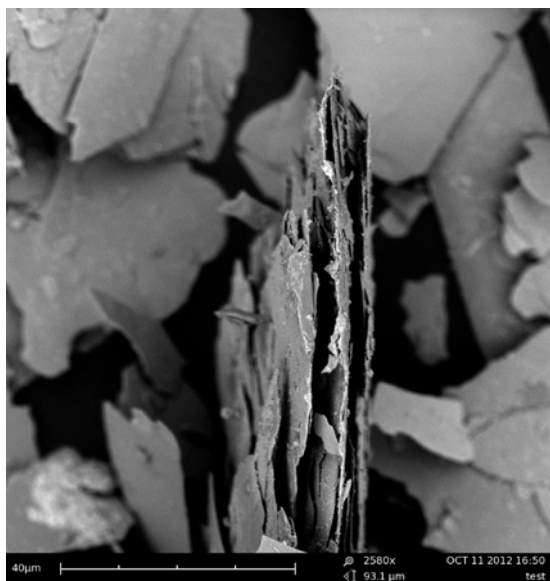
В настоящее время проводится постоянный поиск новых методов визуальной диагностики транспорта. Одним из таких новых методов является создание диагностических покрытий с использованием

интеллектуальных материалов на основе слюдопигментов и полимерной матрицы. Среди множества интеллектуальных материалов, которые используются при создании новых методов визуальной диагностики, одними из наиболее перспективных и мало исследованных именно в области диагностирования являются слюдопигменты.

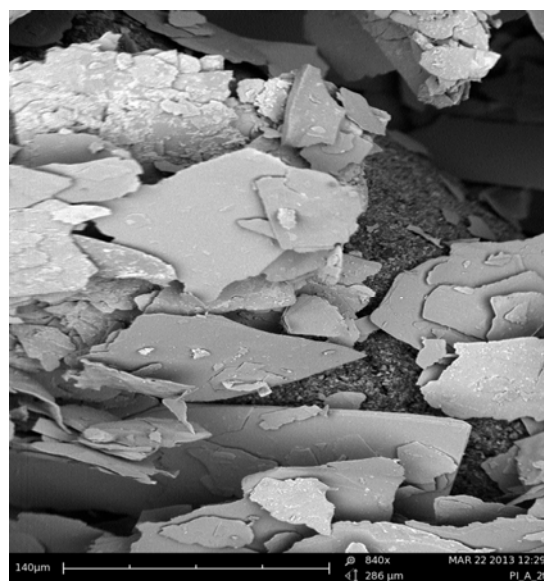
Отличительной особенностью слюдопигментов являются их уникальные оптические свойства, которые обеспечивают перламутровый блеск тем материалам, в состав которых они вводятся. Характерный блеск обеспечивает не сама слюда, а нанесенные на ее поверхность оксиды переходных металлов, таких, например, как хром, железо, кобальт и др. Толщина этих оксидных пленок не превышает 0,1 мкм, и с поверхностью слюды они связаны достаточно прочными химическими связями [3–5]. Именно благодаря этим свойствам слюда нашла широкое применение в качестве красящих пигментов при производстве лаков и красок. Оптический эффект обеспечивается за счет многократного лучепреломления.

Основная часть

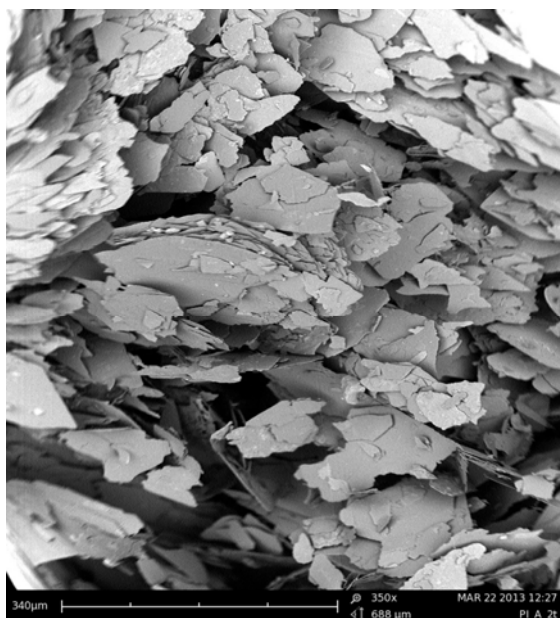
Для изучения интеллектуальных свойств слюдопигментов в настоящей работе были проведены структурные исследования на растровом электронном микроскопе Phenom. Для получения фото микроструктуры на данном микроскопе не требуется предварительно изготавливать шлифы, достаточно закрепить образец материала на специальную подложку, которая далее помещается в кассету и устанавливается в корпус микроскопа. Настройка изображения осуществляется автоматически с учетом заданной точности [1–2]. Качество оптических свойств оценивалось визуально, по интенсивности блеска. Для проведения исследований использовалась слюда состава $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ [5].



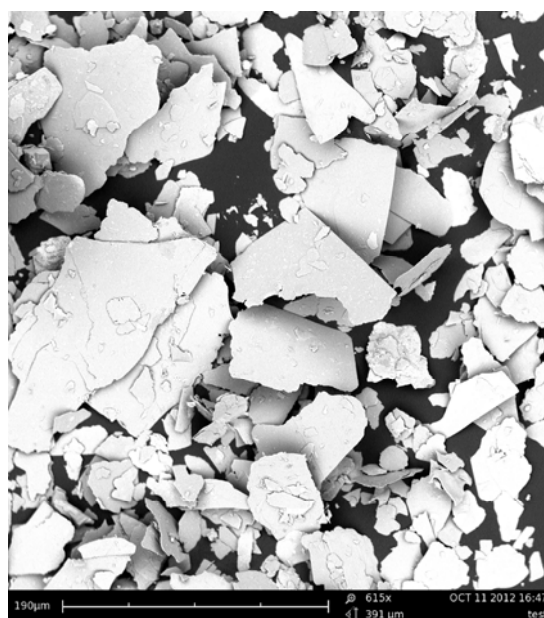
а



б



в



г

Рис. 1. Микроструктура поверхности металла с нанесенным на нее слоем слюды: нанесение с помощью pulverизатора (а); кисти (б); шпателя (в); ролика (г)

Первоначально определялись только оптические свойства слюдопигментов в зависимости от толщины нанесенного слоя. Целью этой части исследований было изучение поверхностного и объемного блеска используемого слюдопигмента. В качестве подложки использовалась алюминиевая фольга, на которую по различной технологии

(с помощью пульверизатора, кисти, шпателя и ролика) наносили слой слюдопигмента [5–6].

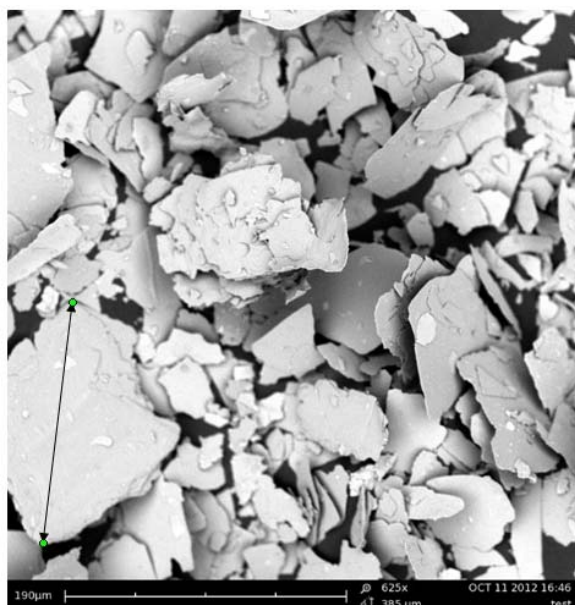
Установлено, что наибольшим блеском обладает слюдопигмент, нанесенный с помощью ролика из поролона (рис. 1, г), позволяющего обеспечить минимально тонкий слой. При такой технологии нанесения пластины слюдопигмента располагаются горизонтально, что позволяет получать характерный перламутровый блеск. Чем менее упорядоченно расположены пластинки слюдопигмента на поверхности, тем меньше они блестели (рис. 1). При нанесении слюдопигмента с помощью пульверизатора пластины расположены вертикально (рис. 1, а), в результате поверхностный блеск практически отсутствовал.

В результате проведенных структурных исследований определены формы и размеры используемого наполнителя. Установлено, что слюдопигмент представляет собой пластины неправильной формы, максимальный размер которых изменяется от 150 (рис. 2, г) до 185 мкм (рис. 2, б).

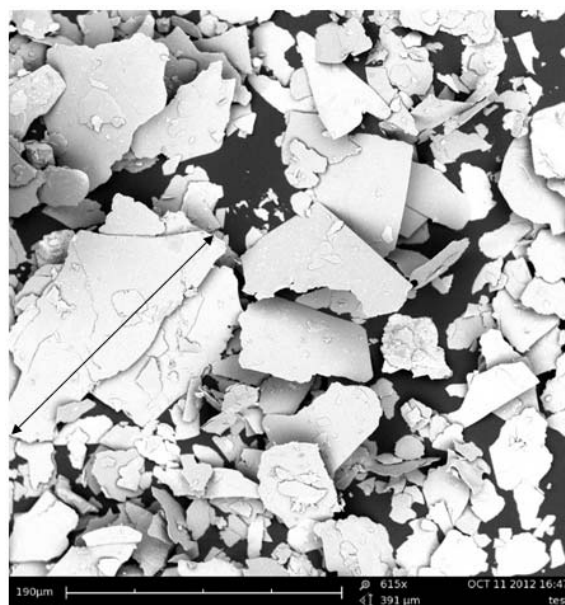
В отличие от размеров пластин, которые существенно отличаются между собой (рис. 2), их толщина практически одинакова и не превышает 1...2 мкм.

Далее в работе изучались свойства эпоксидных и кремнийорганических полимеров, в состав которых в качестве дисперсного наполнителя вводился слюдопигмент. Для испытаний были изготовлены образцы с содержанием слюдопигмента 1, 3, 5 и 10%. В качестве эпоксидного состава использовалась эпоксидиановая смола ЭД-20 и полиэтиленполиамин (в качестве отвердителя). В качестве кремнийорганического полимера использовался однокомпонентный герметик марки Max.SilSN1311. Слюдопигмент вводили в полимер после его приготовления малыми порциями и перемешивали вручную до получения однородной массы без видимых включений. Далее с

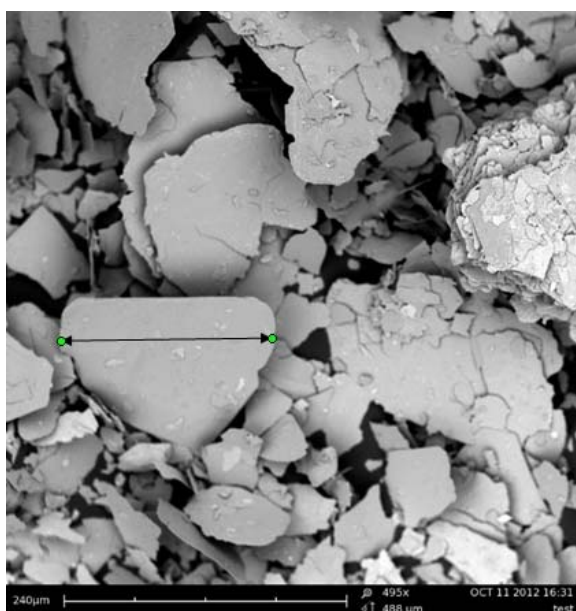
использованием приготовленных составов были изготовлены стандартные образцы на сдвиг и проведены испытания при комнатной и повышенной температурах. Для каждого состава композиций изготавливалось по пять образцов и определялось их среднее значение.



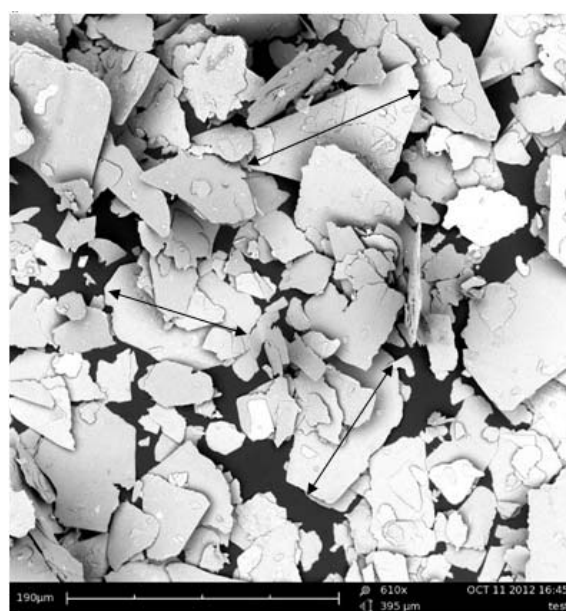
а



б



в



г

*Рис. 2. Микроструктура частиц слюды
с выделенными частицами наибольшего размера:
170 мкм (а, в); 185 мкм (б); 150...160 мкм (г)*

Предел прочности при сдвиге при различных температурах
для эпоксидных и кремнийорганических полимеров,
содержащих различное количество слюдопигмента

Содержание слюдопигмента, %	Предел прочности при сдвиге, МПа, при температуре, °С		
	+20	+100	+150
Эпоксидная матрица			
0%	18,5	7,2	2,6
1%	18,7	7,2	2,8
3%	18,5	7,4	3,2
5%	16,7	7,9	3,3
10%	11,8	6,8	3,5
Кремнийорганическая матрица			
0%	3,3	3,3	3,3
1%	3,5	3,6	3,5
3%	3,9	4,0	4,1
5%	3,8	4,2	3,9
10%	3,1	4,1	3,9

На основании анализа полученных результатов (таблица) установлено, что химическая природа полимера оказывает существенное влияние на прочность наполненного материала. Для эпоксидного полимера характерно, что при увеличении содержания слюдопигмента имеет место некоторое снижение прочности клеевых соединений, для кремнийорганического, наоборот, по мере увеличения степени наполнения имело место незначительное повышение прочности.

При испытании клеевых соединений при повышенных температурах, до 100 и 150°C, при увеличении степени наполнения имеет место очень незначительное увеличение прочности, которое характерно и для эпоксидного, и для кремнийорганического полимеров. Таким образом, увеличение содержания в полимере слюды более чем на 3...5% нецелесообразно, поскольку это приводит к уменьшению прочности.

Методов количественной оценки объемного и поверхностного блеска не существует, и поэтому в настоящей работе использован только визуальный метод [3–4]. Все исследованные составы ранжировались по критериям на «более блестящие» и «менее блестящие». Все представленные в таблице образцы составов наносились на слой фольги. Для обеспечения заданной толщины слоя полимера использовались ограничители в виде рамок. В результате проведенных исследований установлено, что оптические свойства (т.е. перламутровый блеск), характерные для слюды, после ее введения в полимер, в большей степени зависят не от содержания в нем слюды, а от толщины слоя полимера. Так, при толщине эпоксидного полимера до 1 мм характерный блеск сохраняется, тогда как дальнейшее увеличение толщины приводит к блескогашению. Для кремнийорганического полимера характерна аналогичная зависимость, однако диапазон толщин полимера, при которых сохраняются декоративные оптические свойства, существенно выше и составляет 3 мм и даже более.

Заключение

Полимерные материалы, содержащие слюдопигменты, могут найти применение при заделке трещин и раковин. Присутствие в составах этих полимеров слюдопигмента обеспечивает им сенсорные свойства, поскольку по изменению блеска возможно в режиме реального времени отслеживать их напряженно-деформированное состояние. Чем выше

напряжения, тем в большей степени будут разрушаться пластинки слюдопигмента, разламываясь на все более мелкие части, и тем более тусклым становится перламутровое многоцветье.

Интеллектуальные материалы на основе слюдопигментов могут найти применение при визуальной диагностике, поскольку, разрушаясь, они обозначают наиболее нагруженные участки конструкции, и по характеру их разрушения можно контролировать напряженно-деформированное состояние конструкции.

Список литературы

1. Баурова Н.И. Динамика процессов разрушения полимерных композиционных материалов // Энциклопедия инженера-химика. 2013. № 2. С. 19–25.
2. Баурова Н.И. Закономерности процессов разрушения композиционных материалов при продольном нагружении в зависимости от особенностей их структуры на микроуровне // Энциклопедия инженера-химика. 2012. № 11. С. 35–41.
3. Зорин В.А., Баурова Н.И., Шакурова А.М. Управление микроструктурой и свойствами наполненных полимерных композиций // Клеи. Герметики. Технологии. 2012. № 8. С. 31–35.
4. Малышева Г.В., Мазурина Н.В. Технология получения клеевых материалов с сегнетоэлектрическими свойствами // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Специальный выпуск. 2008. С. 175–182.
5. Слюдопигменты и технологии их получения гидролитически-поликонденсационными и парафазными методами / П.Е. Матковский, Г.П. Старцева, Л.Н. Россиян и др. // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2010. № 7. С. 41–44.
6. Петрова Л.Г., Чудина О.В. Применение методологии управления структурообразованием для разработки упрочняющих технологий // Металловедение и термическая обработка металлов. 2010. № 5. С. 31–41.

References

1. Baurova N.I. *Ehnciklopediya inzhenera-himika*, 2013, no. 2, pp. 19–25.
2. Baurova N.I. *Ehnciklopediya inzhenera-himika*, 2012, no. 11, pp. 35–41.
3. Zorin V.A., Baurova N.I., Shakurova A.M. *Klei. Germetiki. Tekhnologii*, 2012, no. 8, pp. 31–35.
4. Malysheva G.V., Mazurina N.V. *Vestnik MGTU im. N.EH. Baumana*, Special'nyj vypusk, 2008, pp. 175–182.
5. Matkovskij P.E., Starceva G.P., Russiyan L.N. *Vse materialy. Ehnciklopedicheskij spravochnik*, 2010, no. 7, pp. 41–44.
6. Petrova L.G., Chudina O.V. *Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metallov*, 2010, no. 5, pp. 31–41.