

УДК 661.666.1:66.092

Б.Т.Лесбаев, М. Нәжіпқызы, З.А. Мансуров, Г.О.Турешова, Б.М.Султанбаева

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ СОЗДАНИЯ ГИДРОФОБНЫХ ПОКРЫТИЙ

Исследованы условия создания гидрофобных поверхностей с использованием переработанных отходов кремнийорганических полимеров.

Кремнийорганикалық полимерлердің өңделген қалдықтарын қолдана отырып, әртүрлі материалдардағы гидрофобты жабындылардың түзілу шарттары зерттелген.

It was investigated conditions for the formation of a hydrophobic coating on various materials using recycled waste of silicone polymers.

В настоящее время существует огромное количество гидрофобных покрытий, которые могут обеспечить надёжную защиту от воздействия осадков и вредных компонентов окружающей среды, но их существенным недостатком является высокая себестоимость производства [1]. Поэтому актуальной является задача создания высокоэффективных и дешёвых гидрофобизаторов. Из литературных данных известно, что обжигом отходов кремнийорганических полимеров можно получить механически устойчивый гидрофобный материал в виде порошка. Для переработки используют отходы низкомолекулярных силоксановых каучуков, резино-технических изделий, резиновых смесей, герметиков. Их вторичная переработка позволяет также снизить экологические проблемы, связанные с утилизацией полимерных изделий [2]. Применение указанного способа не требует использования высокотехнологичной аппаратуры, что говорит об экономической выгодности. Переработанные указанным способом отходы могут быть применимы в различных отраслях промышленности (в качестве добавки в строительные материалы, лакокрасочные изделия).

В предлагаемой работе первоначально была исследована принципиальная возможность создания гидрофобного покрытия на стеклянной поверхности с использованием переработанных полимерных отходов. С этой целью отработанные силиконовые изделия помещали в металлическую ёмкость и затем поджигали, полученный материал подвергали размалыванию до необходимого измельчения. В итоге был получен полидисперсный порошок серого цвета (рисунок 1). Элементный анализ полученного порошка показал большое содержание кремния, а так же присутствие кислорода и углерода. Краевой угол смачивания поверхности порошка превышал 150 градусов, т.е. смачивание практически не происходит. Представленные на рисунке 2 оптические снимки показывают присутствие частиц различных размеров от 10-12 мкм до 100-200 мкм. Частицы сложены в округлые агрегаты. Далее полученный порошок наносился на стеклянную поверхность двумя методами: погружения и газотермического напыления.

Процесс формирования гидрофобного покрытия на стекле начинался с очистки стеклянной поверхности. Образец выдерживался в этаноле в течение часа, промывался в дистиллированной воде, после чего высушивался при 100°C в течение 10 минут. Затем начиналось формирование покрытия методом погружения в 0.1% раствор смеси гидрофобизатора марки и гидрофобного порошка. После нанесения состава образец выдерживался в течении 1 часа при температуре 80°C, затем нагревался до 380°C при скорости нагрева 5°C в минуту и выдерживался в течение одного часа в печи. Полученная поверхность демонстрирует угол смачивания 140°, она непрозрачная, по истечении времени не теряет своих гидрофобных свойств, и размер частиц на стекле составляет около 0,4-0,8 мкм. В следующей серии экспериментов была исследована возможность нанесения гидрофобного порошка на стекло методом газотермического напыления. Как известно, метод газотермического напыления - это процесс нагрева, диспергирования и переноса конденсированных частиц распыляемого материала газовым или плазменным потоком на подложке для формирования необходимого слоя [3]. С этой целью гидрофобный порошок измельчали (механоактивировали), затем смешивали его с этиловым спиртом в

соотношении 1: 2 до полного растворения, далее полученную смесь распыляли в газовое пламя. Распыленные капли в струе газа достигали стеклянной поверхности. Равномерно распылив смесь на поверхность стекла, образец оставляли до полного высыхания. Обработанная стеклянная поверхность после нанесения на нее каплей воды, демонстрировала супергидрофобные свойства. Краевой угол смачивания поверхности составил более 150° , капли воды не растекались по стеклу и сохраняли свою форму длительное время. Кроме того, отдельные области супергидрофобной поверхности были прозрачными, что демонстрирует большие преимущества используемого метода газовой напыления.

При ударе о шероховатую поверхность стекла мельчайшие частицы, имеющие высокую температуру, равную температуре пламени, деформируются и, внедряясь в поры и неровности поверхности, образуют покрытие неуязвимое к каплям воды. Полученные образцы были исследованы методом просвечивающей микроскопии (ПЭМ). На рисунках 3 и 4 представлены снимки ПЭМ в различных масштабах. При большом увеличении масштаба видно, на стеклянной поверхности образовались преимущественно округлые частицы кремния, размеры которых составляют около 16 – 25 нм. Тёмные места на снимках, говорят о наложении нескольких или более частиц кремния, в этих местах предположительно стекло непрозрачно. Стекло сохраняет свою прозрачность, если на поверхности оселись отдельные наночастицы размером от 6 до 16 нанометров. Таким образом, дальнейшая работа по созданию гидрофобного стекла должна идти в направлении получения на стекле наноразмерного монослоя. Для этой цели наиболее перспективным является использование метода газотермического напыления.

В ходе дальнейших исследований гидрофобный порошок был использован для создания сыпучего гидрофобного материала на основе речного песка. Созданный сыпучий материал характеризуется хорошими водоотталкивающими свойствами и стойкостью. Ранее были опубликованы данные об условиях получения гидрофобного песка с использованием супергидрофобной сажи, полученной при горении углеводородов [4]. В ходе дальнейших исследований сажа была заменена на гидрофобный порошок. Это сделало процесс получения сыпучего гидрофобного материала на основе речного песка более экономичным. На рисунке 26 приведена фотография поведения капель воды на поверхности полученного гидрофобного песка. Угол смачивания капель воды составил более 150° . При погружении его в воду, он не тонет, а плавает на поверхности воды. Проведенные испытания показали, что полученный гидрофобный песок остается абсолютно сухим длительное время, не теряя своих гидрофобных свойств.

Полученный песок был исследован методом оптической микроскопии, оптические снимки показаны на рисунке 28. Исследования показали, что гидрофобный порошок не обволакивает поверхность песчинок, а только равномерно смешивается с ними. Размер полученных песчинок составил около 200-400 мкм.

Наряду с рассмотренными выше экспериментами были сделаны попытки нанести гидрофобный порошок на поверхность эмалевой краски. Оптические снимки образцов полученной гидрофобной поверхности на эмалевом покрытии демонстрируют присутствие частиц примерно одинаковых размеров порядка 2,5-5 мкм, частицы имеют преимущественно округлые формы. Угол смачивания составляет более 150 градусов. Можно предположить, что верхний слой имеет структурированную поверхность возвышенностей и углублений, образованных частицами, которые в нашем случае имеют средний диаметр около 200-300 нанометров. Полученные гидрофобные поверхности могут найти применение в тех областях техники, где необходимо придание поверхности свойств самоочистки, а также в бытовом применении, например для обработки стекол и кузова автомобиля.

Таким образом, используя вторично переработанные отходы кремнийорганических соединений, можно создавать сравнительно дешевые гидрофобные покрытия.

Литература

1. Бойнович Л.Б., Емельяненко А.М. Гидрофобные материалы и покрытия: принципы создания, свойства и применение. // Успехи химии. -2008.- 77(7).-С.619-638
2. Поднебесный А.П., Савельева Н.В., Бойко В.В., Солодкий В.Н. Новое в переработке и использовании промышленных отходов в резиновых смесях. //Материалы международного симпозиума по каучуку и резине. М., 1994. т.3, с.655-659.
3. В.В.Старостин. Материалы и методы нанотехнологии. М.БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008
4. М. Нәжіпқызы, Б.Т.Лесбаев, З.А. Мансуров, Г.О.Турешева, Н.Кабдрахманова, Т.Темиргалиева, А.Назиханов. Условия образования гидрофобного песка. //Промышленность Казахстана. № 2 (89), 2015, с. 82-84



а)



б)

Рис.6 - Обжиг отходов кремнийсодержащих полимеров (а), полученный гидрофобный порошок (б).

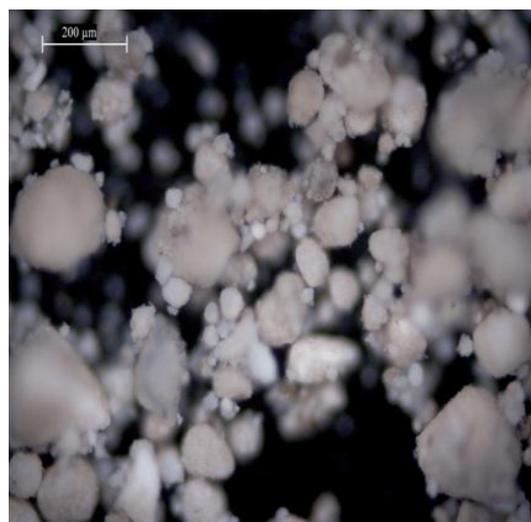
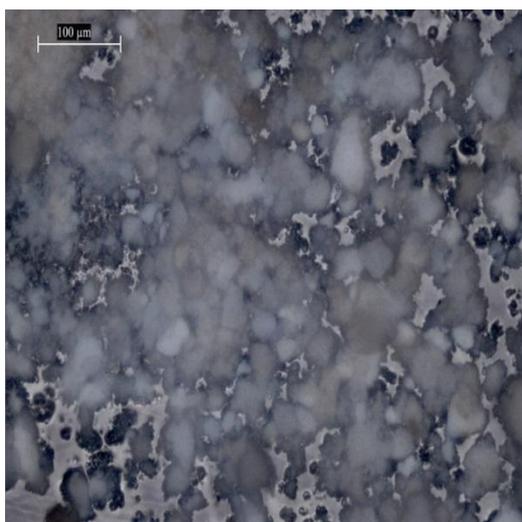


Рис. 2. - Фотографии (оптические снимки) образцов гидрофобного порошка

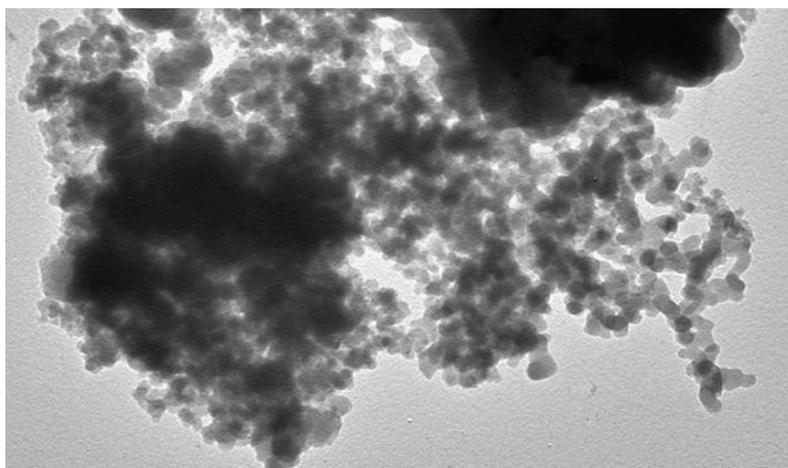
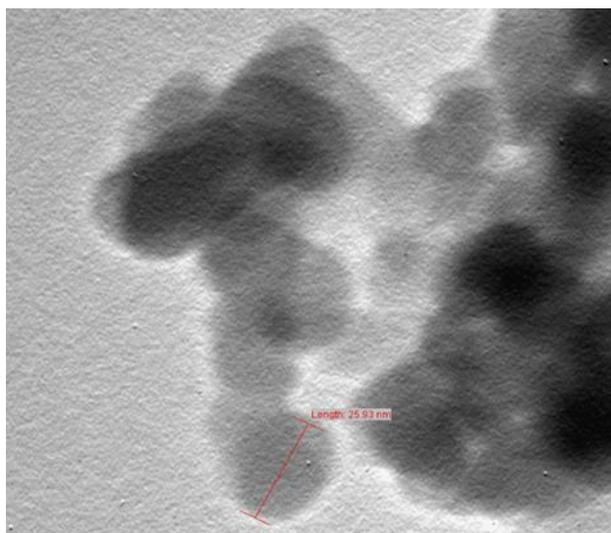
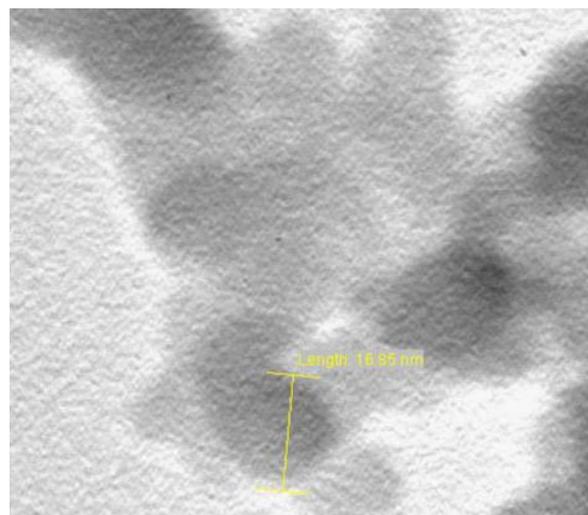


Рис. 3.- Фотография (снимок ПЭМ в масштабе 1 x 60 000) образцов обработанной стеклянной поверхности газотермическим напылением



а)



б)

Рис. 4. Фотографии (снимки просвечивающей электронной микроскопии: а – увеличение в масштабе 1x200 000, б -1x150 000 увеличение в масштабе)



Рис.5 – Капли воды на поверхности гидрофобного песка

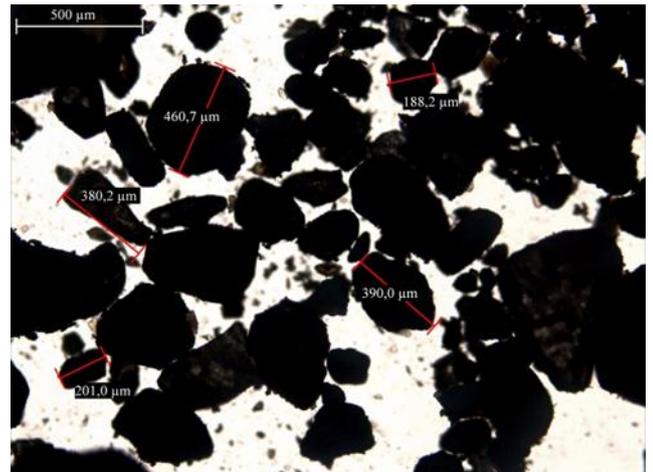


Рис. 6 – Электронно-микроскопический снимок поверхности песчинок