

УДК 621.791

**А. А. Эннан, Г. Н. Шихалеева, О. Д. Чурсина, С. К. Бабинец,
А. В. Каребин**

Физико-химический институт защиты окружающей среды и человека МОН
и НАН Украины,
ул. Преображенская, 3, Одесса, 65082, Украина

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ КОНДЕНСАЦИОННЫХ АЭРОЗОЛЕЙ СВАРОЧНЫХ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

С применением хлорсиланов различной функциональности и гексаметилдисиlazана предложено химическое модифицирование поверхности конденсационных аэрозолей (КА), образующихся при термической обработке металлов (процессах сварки, литейно-металлургических процессах). Установлено, что адсорбция паров воды на модифицированных порошках КА существенно уменьшается и изменяется в зависимости от выбранного модификатора и условий проведения модификации.

Ключевые слова: конденсационные аэрозоли, модифицирование, кремний-органические реагенты.

Анализ структуры промышленного производства Украины показал, что оно характеризуется высокой удельной массой ресурсов и энергоемких технологий, в результате которых образуются и накапливаются сотни миллионов тонн промышленных отходов. В условиях усиливающегося антропогенного давления на окружающую природную среду (ОПС), дефицита и дороговизны сырья, альтернативным и наиболее перспективным путем защиты ОПС является разработка и внедрение технологий утилизации и переработки промышленных отходов.

Среди основных источников образования отходов в Украине, в первую очередь, следует отметить предприятия горнодобывающего, химического, машиностроительного, металлургического, топливно-энергетического, строительного и агропромышленного комплексов.

Особую опасность для ОПС представляют возрастающие объемы практически не утилизируемых сегодня конденсационных аэрозолей, образующихся при термической обработке металлов, сварочных процессах [1–3]. Благодаря дисперсности и составу, который формируется в условиях высоких температур, они представляют особый интерес в качестве сырьевой базы. Следует отметить, что процессы образования конденсационных аэрозолей фактически связаны с нанотехнологиями [4–5] и полученные в результате мелкодисперсные частицы, содержащие металлы, их оксиды, и др. соединения обладают новыми свойствами по сравнению с крупнозернистым материалом такого же состава, что открывает широкие возможности их дальнейшей модификации. Так, твердая составляющая сварочного аэрозоля (ТССА), благодаря комплексу ценных свойств (высокой дисперсности частиц — 0,75–1,5 мкм, сферической форме, развитой поверхности, низкой

влажности — до 3%, локализации на поверхности частиц электрического заряда и др.) [6–8], идеально соответствует требованиям, предъявляемым к наполнителям термо- и реактопластов, и не требует дополнительных энергетических затрат для диспергирования и сушки. Как показано нами ранее [7–9], при включении ТССА в полимерный композит (при степени наполнения — 20–30 масс.%) улучшаются его механические свойства: возрастает модуль упругости, прочность на разрыв, сопротивляемость царапанию, в прессованных образцах проявляются декоративные свойства материала (изменяется окраска). Таким образом, нанокompозитные модификации полиолефинов с наполнителями из ТССА могут найти широкое применение в качестве конструкционных материалов в автомобильной, электротехнической, машиностроительной, строительной отраслях промышленности, а также для изготовления тары, труб и др. изделий бытового и специального назначения. Оригинальность предложенных идей защищена патентами Украины [10–11].

При процессах термической обработки металлов под воздействием высоких температур и инфракрасного излучения, которые практически протекают в реакторах открытого типа, часть металлических и неметаллических ингредиентов (фторидов, карбидов, боратов и др.), входящих в состав покрытия электрода или флюса превращаются в пары, а затем при переходе от высокой температуры к низкой в окружающем пространстве конденсируются, коагулируют и кристаллизуются. Фазовая структура таких аэрозолей очень сложна и представляет собой многокомпонентную систему, состоящую из фазы металлов, оксидов металлов с нейтрализацией стехиометрических связей (например, MnO , CrO_3 , Cr_2O_3), фазы оксидов металлов без нейтрализации стехиометрических связей (Fe_3O_4 , Mn_3O_4 и др.), двойных и тройных оксидов типа шпинелей [6]. По мере удаления от дуги отдельные составляющие конденсируются при различных температурах: в первую очередь — элементы с более низким давлением пара (Mn , Fe), а затем элементы с более высоким давлением пара (Na , K). Кремний присутствует в высокотемпературном паре в широком температурном интервале (1500–3000 °C) в виде оксида кремния и характеризуется при этих же температурах более высоким давлением пара, чем марганец и железо. Таким образом, ввиду различий в температурах кипения металлов и в значениях летучести теоретически поверхностные слои КА (оболочка частиц) могут быть представлены силикатами, оксидом кремния и оксидами металлов с более низкой температурой кипения, ядро — магнетитом и железомарганцевой шпинелью. Наличие в составе конденсационных аэрозолей сварочных и металлургических производств оксидов переходных металлов (в составе которых доминируют оксиды железа — до 45 %, присутствуют оксиды титана, марганца и др. металлов, обладающих каталитическими свойствами) и высокая дисперсность частиц объясняют их сорбционно-каталитическую активность по отношению к ряду газов и паров. О сорбционной активности ТССА по отношению к фторсодержащим газообразным соединениям свидетельствуют данные [12]. В принципе, КА должны сорбировать и остальные кислые газы: при взаимодействии оксидов металлов

с кислыми газами в присутствии паров воды протекают реакции кислотно-основного взаимодействия с образованием соответствующих солей.

Наличие в составе КА оксида кремния открывает широкие возможности направленного химического модифицирования и создания на этой основе новых материалов (сорбентов, катализаторов) с заданными свойствами для использования в различных отраслях промышленности.

Настоящая работа посвящена исследованию жидкофазного химического модифицирования поверхности КА, образующихся при термической обработке металлов (процессах сварки, литейно-металлургических процессах) кремнийорганическими модификаторами различной функциональности.

Материал и методики исследования

В качестве минеральной подложки использовались образцы конденсационных аэрозолей (КА): обр. № 1 — твердой составляющей сварочного аэрозоля (ТССА), полученной при сжигании электродов марки АНО диаметром 3 и 4 мм (условия сварки: скорость горения 0,3 электрода в минуту, $I=200$ А, $V=28-30$ В, источник питания — выпрямитель ВДУ-506 с жесткой характеристикой) на подложке из стали марки СТ-3, толщиной 10 мм; обр. № 2 — отходов систем пылегазоочистки от термических процессов металлургических производств (на примере пылей рукавных фильтров от электродуговых печей сталелитейного производства завода Днепропеталь, г. Запорожье).

Элементный состав исходных и модифицированных образцов осуществляли методами атомно-абсорбционной (электротермический вариант) и атомно-эмиссионной (пламенный вариант) спектрометрии на спектрофотометре «Сатурн 3» с приставкой «Графит-2» и спектрофотометре С115-М [13, 14]. Содержание кремния определяли фотометрическим методом на спектрофотометре «Спекорд М400» (Carl Zeiss, Германия) [15].

Достоверность результатов анализа контролировали с помощью метода добавок [16].

При модифицировании КА использовали подходы, характерные для модификации кремнеземов. В качестве модифицирующих реагентов-модификаторов использовали кремнийорганические модификаторы различной природы и функциональности: гексаметилдисилазан (ГМДС), диметилдихлорсилан (ДМДХС), триметилхлорсилан (ТМХС).

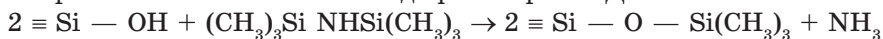
Концентрацию свободных силанольных групп на поверхности образцов КА определяли по хемосорбции ДМДХС гравиметрическим методом в вакуумной сорбционной установке с пружинными кварцевыми весами Мак-Бена-Бакра [17]; титрованием 0,1 н раствором КОН в спиртовой среде; по результатам элементного анализа.

Модифицирование поверхности образцов КА осуществляли в органическом растворителе (жидкофазное модифицирование), в качестве которого использовали тщательно осушенный авиационный керосин марки ТС-1. Перед модифицированием исходные образцы КА подвергали гидроксилрованию кипячением в дистиллированной воде в течение 24 часов, сушили

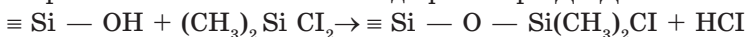
в сушильном шкафу при температурах 130–200 °С до постоянной массы, затем загружали в колбы емкостью 100 см³ и суспендировали в небольших количествах растворителей в ультразвуковом диспергаторе марки УЗДН-А (интенсивность ультразвука 0,3 кВт/ч). Далее к суспензии добавляли растворы соответствующих модификаторов и перемешивали в течение нескольких часов при различных температурах. По окончании реакции образцы промывали растворителем для удаления избытка реагента и при необходимости отмывали водой до исчезновения в фильтрате хлоридов, затем сушили.

Согласно [18–19] процесс модифицирования поверхности образцов КА с применением указанных выше реагентов может происходить по следующим схемам:

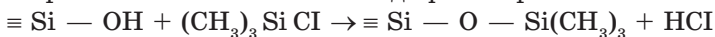
с применением в качестве модификатора ГМДС



с применением в качестве модификатора ДМДХС



с применением в качестве модификатора ТМХС



О характере изменений структуры и свойств поверхности образцов при модифицировании судили по данным ИК-спектроскопии, величинам сорбции паров воды, значениям краевых углов смачивания.

ИК-спектры образцов до и после модифицирования регистрировали на спектрофотометре Спекорд-М80 (Carl Zeiss, Германия) в области 4000–400 см⁻¹.

Изотермы сорбции-десорбции паров воды образцами до и после модификации снимали в статических условиях в сорбционной установке с весами Мак-Бена-Бакра. Удельную поверхность по парам воды рассчитывали по методу БЭТ из изотерм сорбции-десорбции [20].

Измерения краевых углов смачивания проводили при температуре 20 °С методом проектирования изображения капли жидкости на экран [21].

Дисперсный состав модифицированных образцов определяли с помощью микроскопа и камеры Фукса Розенталя (размер ячеек 0,02 мм).

Основные физико-химические свойства (влажность, влагопоглощение, насыпную и истинную плотность) определяли по ГОСТам.

Результаты и их обсуждение

Усредненные данные результатов исследований элементного состава исходных образцов КА представлены на диаграммах рис.1, основных физико-химических свойств — в табл. 1.

Как видно из данных рис. 1 и табл. 1, КА, образуемые при сварке (обр. №1) и термической обработке в электродуговых печах (обр. № 2) близки как по составу, так и дисперсности.

Содержание железа колеблется в диапазоне 42,6–45,8 %, кремния — 15,4–21,9 %, марганца — 5,0–5,8 %, алюминия — 5,1–5,6 %.

Диаметр агломератов исходных образцов КА изменяется, в основном, в интервале 0,01–0,02 мм.

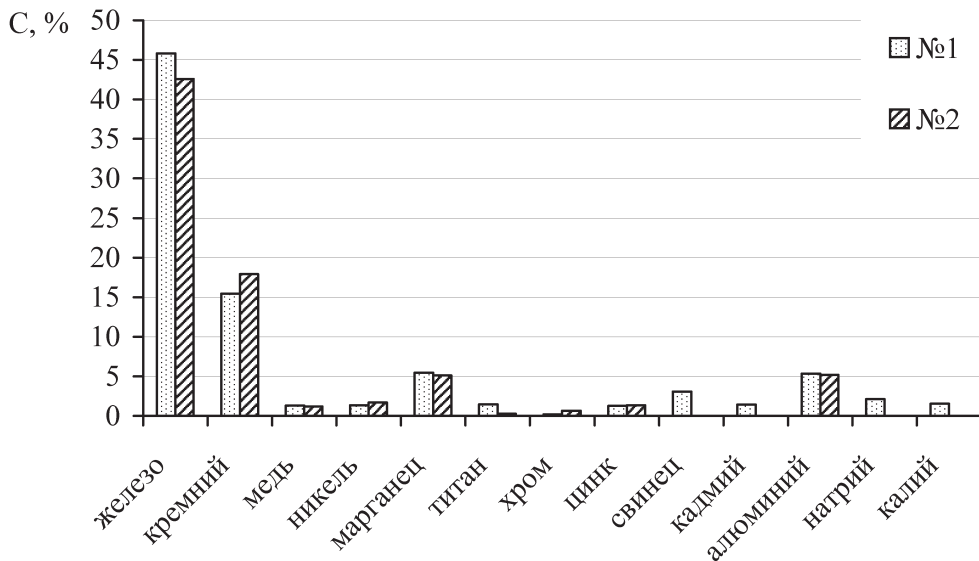


Рис. 1. Диаграммы основного элементного состава исходных образцов КА (усредненные данные из 10 образцов)

Таблица 1

Физико-химические свойства исходных образцов КА

Исходные образцы	Насыпная плотность, г/см ³	Истинная плотность, г/см ³	Влажность воздушно-сухих образцов, %	Влагопоглощение за 24 часа, %	Размер частиц, мм	Цвет
№1	0,82	1,22	3,5	9,5	меньше 0,01 — 3% агломераты: 0,01–0,02 — 90 % 0,02–0,05 — 5 % больше 0,05 — 2 %	Коричневый
№2	0,65	1,08	2,9	7,6	меньше 0,01 — 1 % агломераты: 0,01–98 % больше 0,01 — 1ч%	Темно-коричневый

Наличие значительных количеств оксида кремния (15,4–21,9 %) позволяет рассматривать процесс модификации образцов с позиции модификации кремнезема.

Условия подготовки исходных образцов КА, проведения модифицирования их поверхности и сушки представлены в табл. 2.

Таблица 2

Условия жидкофазного модифицирования

Модифицированный образец, №	Исходный образец, №	Условия предварительного высушивания исходных образцов КА		Условия модифицирования исходного материала						Условия высушивания модифицированных материалов	
		t, °С	Продолжительность, ч	Модификатор	*С _{модификатора} , %	Растворитель	Продолжительность, мин	t, °С	t, °С	Продолжительность, ч	
М 1	№ 1	170	4	ДМДХС	10	Керосин	30	50-65	130	6	
М 2	-«-	160	8	ДМДХС	10	Керосин	30	25-35	160	4	
М 3	-«-	160	8	ДМДХС	10	Бензол	30	25-35	130	8	
М 4	-«-	130	4	ДМДХС	10	Керосин	60	25-35	160	4	
М 5	-«-	160	4	ГМДС	10	Керосин	30	25-35	160	6	
М 6	-«-	130	4	ГМДС	10	Бензол	10	25-35	160	4	
М 7	-«-	130	4	ТМХС	10	Керосин	30	25-35	160	4	
М 8	-«-	130	2	ТМХС	10	Керосин	60	25-35	130	4	
М 9	№ 2	160	4	ГМДС	10	Керосин	30	25-35	160	4	
М 10	-«-	130	4	ДМДХС	10	Керосин	30	25-35	130	6	
М 11	-«-	130	4	ТМХС	10	Керосин	30	25-35	130	6	

* Соотношение твердой и жидкой фаз составляет 1: 15

Концентрация свободных силанольных групп на поверхности ТССА (обр. № 1) доступна для молекул ДМДХС, вычисленная из изотерм сорбции-десорбции ДМДХС (рис. 2), составляет 4,9 ммоль/г и довольно хо-

рошо коррелирует с величинами, определенными другими методами (табл. 3).

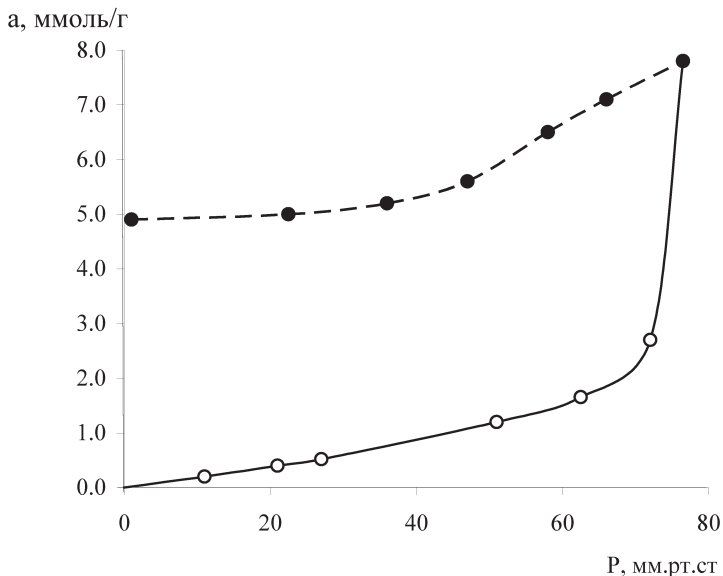


Рис. 2. Изотермы сорбции-десорбции паров ДМДХС на исходном ТССА (обр. № 1)

Таблица 3

Количество силанольных групп на поверхности ТССА (обр. № 1)

По данным элементного анализа	По потенциометрическому титрованию спиртового раствора	По данным равновесной сорбции ДМДХС	Удельная геометрическая поверхность, м ² /г [7–8]
5,3 ммоль/г (2,4 ммоль/м ²)	6,2 ммоль/г (2,8 ммоль/м ²)	4,9 ммоль/г (2,2 ммоль/м ²)	2–2,2*

* При расчетах принимали величину удельной геометрической поверхности ТССА 2,2 м²/г

О наличии остаточных гидрофильных групп, т. е. о гидрофобности исходных образцов КА и модифицированных на их основе материалов можно судить по изотермам сорбции паров воды в интервале относительных давлений p/p_s 0,05–0,3 (область Генри). На рис. 3 представлены изотермы сорбции паров воды на исходном образце ТССА (обр. № 1) и нескольких модифицированных на его основе образцов.

Все изотермы относятся к первому типу, начальные участки на всех приведенных изотермах имеют выпуклый характер, что свидетельствует о наличии определенного количества остаточных гидрофильных центров на поверхности всех исследуемых образцов. Адсорбция паров воды дает воз-

возможность выявить степень неоднородности поверхности, проследить влияние природы модификатора, метода модификации на сорбционную емкость и гидрофобность поверхности модифицированных образцов. Из данных рис. 3 видно, что сродство к воде модифицированных на основе ТССА материалов уменьшается в следующем ряду гидрофобизирующих модификаторов и условий жидкофазного модифицирования (табл. 1): ДМДХС (обр. М 2) > ТМХС (обр. М 7) > ГМДС (обр. М 5). Наилучшие результаты в условиях жидкофазного модифицирования поверхности ТССА дает применение монофункционального реагента-модификатора ГМДС (рис. 3, кривая 4). Обнаруженные различия гидрофобности триметилсилилированных образцов ТССА (обр. М 7 и М 5, табл. 1, рис. 3) при использовании в качестве реагентов-модификаторов ГМДС и ТМХС возможно связаны с каталитическим эффектом в результате появления третьего компонента (НСІ или NH₃). Полученные результаты достаточно хорошо согласуются с литературными данными [18–19].

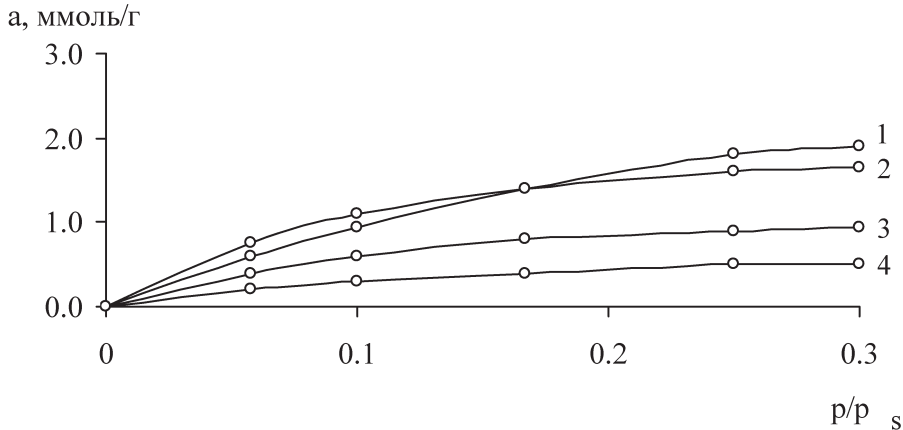


Рис. 3. Изотермы сорбции паров воды исходным ТССА — обр. № 1 (2) и ТССА, модифицированных ДМДХС — обр. М 2 (1), ТМХС — обр. М 7 (3), ГМДС — обр. М 5 (4)

При использовании бифункционального модификатора ДМДХС (рис. 3) сродство к воде модифицированного образца ТССА в области p/p_s 0,05–0,15 уменьшается по сравнению с исходным образцом, а при дальнейшем повышении давления паров воды увеличивается и при достижении p/p_s 0,3 даже превышает сродство к воде исходного образца ТССА. Это позволяет предположить, что модифицирование протекает монофункционально аналогично модифицированию кремнеземов согласно схеме 2 и, обладая активной Si — Cl группой, согласно [22] может подвергаться дальнейшему гидролизу: $\equiv Si - O - Si(CH_3)_2Cl + HON \rightarrow \equiv Si - O - Si(CH_3)_2OH + HCl$

Сорбционные данные хорошо согласуются с величинами краевых углов смачивания (рис. 4).

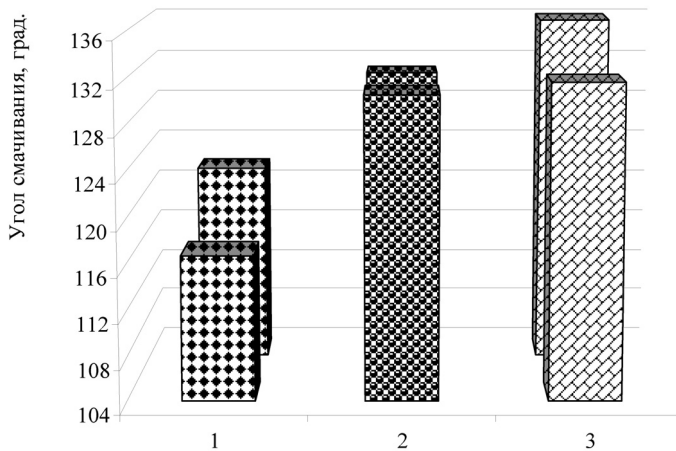


Рис. 4. Величины краевого угла смачивания для образцов ТССА, модифицированных: 1 — ДМДХС (М 1- М 4), 2 — ТМХС (М 7, М11), 3 — ГМДС (М5, М8, М 9) (номера модифицированных образцов соответствуют нумерации в табл. 2)

О степени модифицирования исходных образцов позволяют судить также данные ИК-спектроскопии (рис. 5).

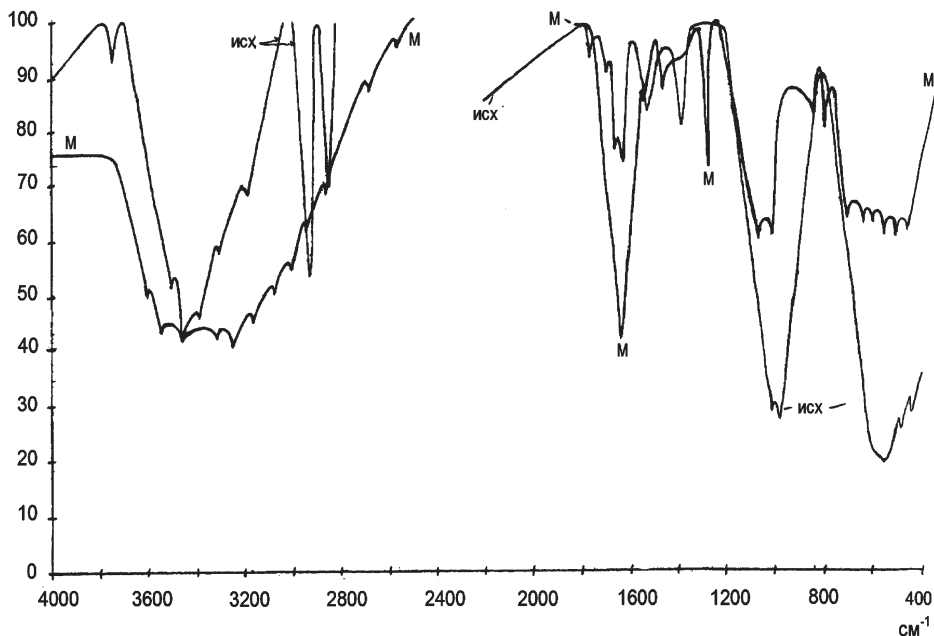


Рис. 5. ИК-спектры исходного ТССА (№ 1) и модифицированного ДМДХС (М 1) образцов (нумерация образцов соответствует нумерации в табл. 2)

В ИК спектре исходного образца ТССА присутствует узкая полоса по-

глощения при 3750 см^{-1} , характерная для изолированных ОН-групп. В области $3200\text{--}3500\text{ см}^{-1}$ и 1620 см^{-1} присутствует ряд полос поглощения, характерных для адсорбированной воды, связанной с силанольными группами водородной связью. В спектре модифицированного ДМДХС образца (М1) практически отсутствует полоса поглощения свободной ОН-группы и в области $3200\text{--}3600\text{ см}^{-1}$ наблюдается размытая полоса ассоциированных гидроксильных групп, которые при образовании сильных водородных связей, перекрываясь с полосой СН (3000 см^{-1}), дают группу мало интенсивных полос.

Кроме того, в спектре модифицированного образца появляются полосы поглощения при $1230\text{--}1259$ и 800 см^{-1} , характерные для Si (CH_3)₂ и SiCl связей, которые в области $800\text{--}810\text{ см}^{-1}$ могут перекрываться с полосой поглощения SiCl и более интенсивной полосой поглощения в области $1050\text{--}1090$, характерной для связей Si-O-Si в открытой цепи. Помимо полосы валентных колебаний Si-O-Si в области $450\text{--}500\text{ см}^{-1}$ во всех образцах наблюдаются полосы поглощения, обусловленные деформационными колебаниями Si-O связей, которые соответствуют полосе 482 см^{-1} в спектре отражения кварца [23]. Присутствие полосы поглощения SiCl в области 810 см^{-1} в модифицированном ДМДХС образце ТССА может говорить о не полном замещении ионов хлора, т. е. о монофункциональной реакции взаимодействия, что хорошо согласуется с адсорбционными данными.

Выводы

Серией экспериментальных исследований показана возможность химического модифицирования поверхности конденсационных аэрозолей кремнийорганическими модификаторами и получением на их основе гидрофобных сорбентов.

Установлено, что процесс химического модифицирования поверхности частиц конденсационных аэрозолей происходит довольно легко практически уже при комнатной температуре, что, на наш взгляд, связано с наличием на поверхности конденсационных аэрозолей сварочных и металлургических производств наряду с оксидом кремния, оксидов переходных металлов, обладающих каталитическими свойствами (Ti, Al, Ni, Mn и др.).

Литература

1. Горбань Л. Н., Метлицкий В. А., Эннан А. А. Условия труда и здоровье сварщиков: современные проблемы и пути их решения // Свароч. пр-во.- 1995. — №6. — С. 31–32.
2. Экологические и экономические аспекты сварки плавлением / Б. Е. Патон, А. А. Мазур, В. А. Метлицкий и др. // Автоматическая сварка. — 1995. — № 5. — С. 40–44.
3. Строганов А. И. Состав шлаков и их формирование при сталеплавильных процессах // Металлургические шлаки и применение их в строительстве. — М.: Госстройиздат, 1962. — С. 47–49.
4. Пул Г., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. — М.: Техносфера, 2006. — 336 с.
5. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. — М.: Физматлит, 2007. — 416 с.
6. *Voltkevich V. Welding fumes: formation, properties and biological effects.* — Cabridge: Abington publ., 1995. — 109 p.
7. Электросварочная пыль — наполнитель термопластов / П. Е. Матковский, Л. Н. Распопов, А. А. Эннан, П. А. Иванченко // Машиностроитель. — 1997. — № 2. — С. 2–7.
8. Эннан А. А., Иванченко П. А., Шихалева Г. Н. Перспективы утилизации твердой составляющей сварочных аэрозолей // Автоматическая сварка. — 2000. — № 2. — С. 56.
9. Твердая составляющая сварочных аэрозолей — наполнитель полимерных композиционных материалов / П. А. Иванченко, Л. А. Мариняко, Г. Н. Шихалева, П. Е. Матковский // Тр. 1 Межд. науч. практ. конф «Защита окружающей среды, здоровье, безопасность в сварочном производстве». — Одесса, 11–13 сентября 2002. — Астропринт. — С. 364–370.
10. Пат.17837 А Україна, МПК С 08L63/02. Полімерна композиція / А. А. Еннан, П. О. Іванченко, Л. А. Мариняко. — Заявл. 28.06.95. Опубл. 3.06.97.
11. Пат. 18075 А Україна, МПК С 08L65/02. Термостійке покриття. — Заявл. 28.06.95; Опубл. 3.06.97.
12. А.с. 1324677 СССР, МКИ В 01 Д 53/02. Адсорбент фтора из газа / В. М. Солодов, А. С. Байрамуков, А. Н. Бутвин и др. — № 4018448/31-26; Заявл.06.02.86; Опубл. 23.07.87.
13. Брицке М. Э. Атомно-абсорбционный анализ. — М.: Химия, 1982. — С.29–30.
14. Хавезов А., Цалев Д. Атомно-абсорбционный анализ. — Л.: Химия, 1983. — С. 57–62.
15. Методические указания на определение вредных веществ в сварочном аэрозоле, МЗ СССР, Москва, 1981. — 75 с.
16. Алексеев В. Н. Количественный анализ. — М.: Химия, 1972. — С. 47–64.
17. Экспериментальные методы в адсорбции и молекулярной хроматографии / Под ред. А. В. Киселева, В. П. Древинга. — М.: Изд-во МГУ, 1973. — 108 с.
18. Основные закономерности взаимодействия силанольных групп кремнезема с алкилхлорсиланами ряда $\text{Si}_n\text{Si}(\text{CH}_3)_{4-n}$ ($n=0-4$) / В. А.Тертых, А. А. Чуйко, К. И. Ткаченко, В. В. Павлов // Теор. и exper. химия. — 1975. — Т. 11, № 2. — С.174–179.
19. Белякова Л. А., Варварин А. М. Изучение химии поверхности кремнезёмов, модифицированных триметилсилильными и диноцепочечными алкильными группами // Укр.хим. журн. — 1998. — Т. 64, № 1. — С.22–30.
20. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. — М.: Мир, 1970. — 66с.
21. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии / Под ред. Ю. Г. Фролова и А. С. Градского. — М.: Химия, 1986. — 215 с.
22. Взаимодействие триметилгалогенсиланов с поверхностью кремнезема / В. А. Тертых, Л. А. Белякова, А. М. Варварин и др. // Теор. и exper. химия. — 1982. — № 6. — С. 717–722.
23. Взаимодействие молекул воды и других полярных веществ с гидрофильными центрами гидрофобных адсорбентов/ Ю. И. Тарасевич, А. И. Жукова, Б. В. Аксененко, С. В. Бондаренко // Укр. хим. ж. — 1997. — № 3. — С. 14–21.

**А. А. Еннан, Г. М. Шихалєєва, О. Д. Чурсіна, С. К. Бабінец,
О. В. Карєбін**

Фізико-хімічний інститут захисту навколишнього середовища та людини
МОН і НАН України

вул. Преображенська 3, Одеса, 65082, Україна

МОДИФІКАЦІЯ ПОВЕРХНІ КОНДЕНСАЦІЙНИХ АЕРОЗОЛЕЙ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ТА МЕТАЛУРГІЙНИХ ВИРОБНИЦТВ

Резюме

Запропонована хімічна модифікація поверхні конденсаційних аерозолей (КА), що утворюються при термічній обробці металів (процесах зварювання, лиття) кремнійорганічними модифікаторами різної функціональності. Встановлено, що адсорбція парів води на модифікованих зразках КА суттєво зменшується та змінюється в залежності від природи модифікатора та умов проведення модифікації.

Ключові слова: модифікація, кремнійорганічні модифікатори, конденсаційні аерозолі

**A. A. Ennan, G. N. Shikhaleeva, O. D. Chursina, S. K. Babinets,
A. V. Karebin**

Institute of physics and Chemistry for Environmental and Human. Protection of
National Academy of Science of Ukraine

3 Preobrazhenskaya str., Odessa, 65082, Ukraine

MODIFICATION OF SURFACE KONDENSITSIONNYH AEROSOLS WELDING AND METALLURGICHESKIH PRODUCTIONS

Summary

Chemical modification of surface kondensitsionnyh aerosols (KA) which formation when heat treatment metals (process of weld, foundry processes) with application chlorosilanes are suggested. Adsorbtion vapor of water on modification powders KA decreases and changes in varies from modifier and conditions modification are settled.

Key words: chemical modification, kondensitsionny aerosol.