

March 2019

## Development of the composition and research of anti-corrosive properties of coatings for large-sized technological equipment

Turabdjjanov Sadritdin

*Tashkent State Technical University, Uzbekistan, tur\_sad@mail.ru*

Rakhmatov Erkin

*Tashkent State Technical University, Uzbekistan, erkinraxmatov@rambler.ru*

Li Myung Suk

*Tashkent State Technical University, Uzbekistan, ljw10921@gmail.com*

Ziyamukhamedova Umida

*Tashkent State Technical University, Uzbekistan, z.umida1973@yandex.ru*

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/cce>

---

### Recommended Citation

Sadritdin, Turabdjjanov; Erkin, Rakhmatov; Myung Suk, Li; and Umida, Ziyamukhamedova (2019) "Development of the composition and research of anti-corrosive properties of coatings for large-sized technological equipment," *Chemistry and Chemical Engineering*: Vol. 2019 , Article 8. Available at: <https://uzjournals.edu.uz/cce/vol2019/iss1/8>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Chemistry and Chemical Engineering by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [brownman91@mail.ru](mailto:brownman91@mail.ru).

## DEVELOPMENT OF THE COMPOSITION AND RESEARCH OF ANTI-CORROSION PROPERTIES OF COATINGS FOR LARGE-SIZED TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

Sadritdin TURABDJANOV (*tur\_sad@mail.ru*), Erkin RAKHMATOV (*erkinraxmatov@rambler.ru*), Myung Suk LI (*ljw10921@gmail.com*), Umida ZIYAMUKHAMEDOVA (*z.umida1973@yandex.ru*), Gavhar MIRADULLAEVA (*atamuratova1988@k.ru*)  
 Tashkent State Technical University, Uzbekistan

*The dependence of the polarization resistance on time in salt, acidic and aqueous media of coatings based on epoxy binder filled with kaolin AKF-78, AKS-30, AKT-10 was studied. It has been established that compositions filled with kaolin of the AKT-10 a production grade in an acidic environment — compositions filled with the kaolin of the AKF-78 production grade possess the best protective properties against corrosion in a salt medium. The proposed compositions for protection against corrosion in saline and acidic environments.*

**Keywords:** kaolin, aggressive environment, corrosion resistance, coatings, composite materials, protective ability.

## РАЗРАБОТКА СОСТАВА И ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИКОРРОЗИОННЫХ СВОЙСТВ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ КРУПНОГАБАРИТНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Садриддин Махаматдинович ТУРАБДЖАНОВ (*tur\_sad@mail.ru*), Эркин Абдирахимович РАХМАТОВ (*erkinraxmatov@rambler.ru*), Мёнг Сук ЛИ (*ljw10921@gmail.com*), Умида Алижановна ЗИЯМУХАМЕДОВА (*z.umida1973@yandex.ru*), Гавхар Бакпулатовна МИРАДУЛЛАЕВА (*atamuratova1988@k.ru*)  
 Ташкентский государственный технический университет, Узбекистан

*Изучена зависимость поляризационного сопротивления от времени в солевой, кислой и водной средах покрытий на основе эпоксидного связующего наполненного каолином марок АКФ-78, АКС-30, АКТ-10. Установлено, что наилучшими защитными свойствами от коррозии в солевой среде обладают композиции, наполненные каолином производственной марки АКТ-10 а в кислой среде — композиции, наполненные каолином производственной марки АКФ-78. Предложены составы для защиты от коррозии в солевой и в кислой среде.*

**Ключевые слова:** каолин, агрессивная среда, коррозионно-стойкость, покрытия, композиционные материалы, защитная способность.

## YIRIK HAJMDAGI TEXNOLOGIK USKUNALAR UCHUN ANTIKORROZION QOPLAMLAR TARKIBINI ISHLAB CHIQUISH VA XUSUSIYATLARINING TADQIQOTI

Sadritdin Maxamatdinovich TURABDJANOV (*tur\_sad@mail.ru*), Erkin Abdihafizovich RAKHMATOV (*erkinraxmatov@rambler.ru*), Myung Suk LI (*ljw10921@gmail.com*), Umida Alijanovna ZIYAMUKHAMEDOVA (*z.umida1973@yandex.ru*), Gavhar Bakpulatovna MIRADULLAEVA (*atamuratova1988@k.ru*)  
 Toshkent davlat texnika universiteti, O'zbekiston

*Maqolada AKF-78, AKS-30, AKT-10 markali ishlab chiqarish miqosiga ega angren kaolinlari bilan to'ldirilgan epoksid smolasi asosidagi kompozision materiallardan olingan qoplamalarning tuzli, kislotali va suv muhitlarida polyarizatsion qarshiligini vaqt mobainiga bog'liqligi o'rganilgan. Tuzli muhitda korroziyadan eng yahshi himoyalash hossalari AKT-10 bilan to'ldirilgan qoplamalar, kislotali muhitda esa AKF-78 markali kaolin bilan to'ldirilgan kompozitsiyalar deb topildi. Tuzli va kislotali muhitda korroziyadan himoyalovchi tarkiblar tayfsiya etildi.*

**Kalit so'zlar:** kaolin, agressiv muhit, korroziyaga chidamlilik, qoplamalar, kompozit materiallar, himoya qobiliyati.

### Введение

Силикатсодержащие модификаторы и частицы минералов, подвергнутые функциональному модифицированию, широко применяют в современном композиционном материаловедении. Вместе с тем необходимо проведение системных исследований физико-химических механизмов, их влияния на структуру и свойства матриц, как в процессе получения ПКМ, так и при создании изделий из них. Особый интерес представляют исследования механизмов формирования композиционных материалов по высокоэнергетической технологии формирования механической смеси компонентов.

Такая технология позволяет формировать однослойные или многослойные композиционные материалы с различным сочетанием полимерных, металлических, минеральных компонентов, в т. ч. многослойные покрытия на деталях машин и механизмов. Требуют системного изучения теплофизические процессы в среде теплоносителя, которые определяют кинетику нагрева, плавления компонентов, термолиза, термоокислительной деструкции и формирования гомогенного композиционного слоя на твердой подложке. Это позволит разработать совре-

менные высокотехнологичные составы композиционных материалов на основе различных сочетаний компонентов и ресурсосберегающие технологии их производства и переработки в изделия [1-4]. При этом, снижения внутренних напряжений в полимерных композиционных материалах, которые, вследствие разницы коэффициентов линейного расширения полимеров и металлов, концентрируются в основном на границе раздела их фаз, и повышения, таким образом, адгезионных характеристик можно использовать тонкодисперсные наполнители [5-7].

В связи с этим в наших исследованиях были применены механоактивированные ангренские каолины различных производственных марок АКФ-78, АКС-30 и АКТ-10 и исследованы свойства композиционных покрытий с их применением.

### Объекты и методы исследования

Защитную способность антикоррозионных композиций оценивали сравнением плотностей коррозионных токов, полученных при поляризации исследуемого электрода, рекомендованного в работе [1].

Исследовались композиционные покрытия

Таблица 1

Составы использованные для испытаний на коррозионную стойкость

Индекс состава			
1	2	3	4
По технологическому регламенту производства	ЭД-20 –100 мас.ч.; ДБФ+ГС-20 мас.ч; ПЭПА-10 мас.ч; АКС-30-30 мас.ч.	ЭД-20 -100 мас.ч.; ДБФ+ГС-20 мас.ч; ПЭПА-10 мас.ч.; АКФ-78-30 мас.ч.	ЭД-20 –100 мас.ч; ДБФ+ГС-20 мас.ч; ПЭПА-10 мас.ч; АКТ-10-30 мас.ч.

Таблица 2

**Антикоррозионные свойства композиционных полимерных материалов и покрытий из них  
в зависимости от вида марок каолинов в солевой среде 3% NaCl**

Вид покрытия	Стационарный потенциал, В	Скорость коррозии, мА	Коэффициент торможения	Степень защиты, %
Без покрытия	0,78	89,3	–	–
КПМ без наполнения	0,65	45,3	2,19	84,00
КПМ +каолин	0,50	16,59	53,82	89,00
КПМ+АКТ-10	0,44	3,89	22,90	99,00
КПМ+АКС-30	0,45	13,98	22,43	93,00
КПМ+АКФ-78	0,48	15,40	56,30	81,00

Таблица 3

**Степень защиты и коэффициент торможения композиций на основе каолинов в кислой среде 3% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

Вид покрытия	Стационарный потенциал, В	Скорость коррозии, мА	Коэффициент торможения	Степень защиты, %
Без покрытия	0,28	1584	–	–
Компаунд без наполнения	0,35	87,63	21,19	80,00
КПМ +каолин	0,32	61,65	5,82	83,00
КПМ+АКТ-10	0,29	36,89	2,90	95,00
КПМ+АКС-30	0,31	13,09	4,30	91,00
КПМ+АКФ-78	0,34	15,54	5,63	86,00

Таблица 4

**Зависимость сопротивления поляризации композиций, наполненных каолинами в растворе 3 % NaCl от времени**

Вид покрытия	Время, сутки				
	5	25	55	75	100
	R, Ом				
Без покрытия	157	125	125	110	110
КПМ+АКТ-10	158	167	168	170	171
КПМ+АКС-30	157	161	161	160	160
КПМ+АКФ-78	159	165	165	166	166

Таблица 5

**Зависимость сопротивления поляризации композиций, наполненных каолинами в растворе 3 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> от времени**

Вид покрытия	Время, сутки				
	5	25	55	75	100
	R, Ом				
Без покрытия	110	45	40	30	30
КПМ+АКТ-10	137	161	160	160	156
КПМ+АКС-30	161	154	139	138	137
КПМ+АКФ-78	140	149	154	154	152

Таблица 6

**Зависимость сопротивления поляризации композиций на основе каолинов в водной среде от времени**

Вид покрытия	Время, сутки				
	5	10	15	20	25
	R, Ом				
Без покрытия	1310	710	130	69	68
КПМ+АКТ-10	1410	1270	220	135	134
КПМ+АКС-30	1370	1290	300	272	270
КПМ+АКФ-78	1370	980	400	320	318

на основе термопласта ЭД-20 введением различных наполнителей в том числе механоактивированных ангрениских каолинов производственных марок, модификатора госсиполовой смолы (ГС) и отвердителя полиэтиленполиамин (ПЭПА).

Композиционные материалы на основе ЭД-20 обладают высокими физико-механическими свойствами и адгезионной прочностью к металлическим основам, из которых изготавливаются технологическое оборудование и конструкции с высокими антикоррозионно-износостойкими

Таблица 7

## Сравнительные показатели испытываемого и стандартного составов лакокрасочного покрытия

Показатели	Состав применяемого покрытия	
	По технологическому регламенту производства (битум)	ЭД20 – 100 г; ДБФ+ГС – 20 г; ПЭПА – 10 г; АКТ10 – 30 г
Внешний вид пленки	цвет черный, блестит, поверхность гладкая	цвет тёмнокоричневый, блестит, поверхность гладкая
Относительное удлинение по вискозиметру, %	18–35	30
Массовая доля нелетучих веществ, %	39±2	40
Твердость пленки по маятниковому прибору М–3, условные единицы	0,20	0,20
Эластичность пленки при изгибе, мм	1,0	1,0
Стойкость пленки к статическому воздействию воды при температуре (20±2) °С, ч, не менее	48	48
Стойкость пленки к статическому воздействию 3% раствора NaCl при (20±2) °С, ч, не менее	3	3

свойствами при взаимодействии с различными средами.

В качестве антикоррозионного покрытия исследовались составы, приведённые в таблице 1, нанесенные на металлические пластинки.

Установлено, что самым перспективным является состав №4, доказательством которого стало сопоставление защитной способности пленок, которое проводили по ГОСТ–380–71 на металлических пластинках из стали марки Ст–3 при одинаковых условиях и способах поддержания режимов испытания. Испытуемые образцы были подготовлены по ГОСТ 9.506-87 «Единая система защиты от коррозии и старения». Температура испытываемой среды поддерживалась 25±1 °С. Защитную способность антикоррозионных покрытий исследовали согласно ГОСТ 9.083-78 «Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия лакокрасочные. Методы ускоренных испытаний на долговечность в жидких агрессивных средах», ГОСТ 9.409-88 «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию нефтепродуктов».

### Результаты и обсуждение

В таблицах 2 и 3 представлены результаты испытаний антикоррозионных свойств композиционных полимерных покрытий в различных средах.

Защитную способность определяли, выдерживая стальные пластинки в разных агрессивных средах в течение 25 суток.

По данным таблицы видно, что степень коррозии стали, нанесенных антикоррозионных покрытий меньше, чем у контрольного образца.

В качестве контрольных образцов для испытаний использовали пластины из стали марки Ст3.

Изучена зависимость поляризационного сопротивления от времени в солевой, кислой и

водной средах в присутствии двухкомпонентного покрытия (табл. 4–6) на основе эпоксидного связующего наполненного каолином АКФ–78, АКС–30, АКТ–10.

Как видно из приведенных данных, в водной среде поляризационное сопротивление в присутствии покрытия по истечении 10 суток изменяется незначительно, что свидетельствует о её эффективности.

При выдерживании зонда до 15 суток и далее уменьшается поляризационное сопротивление, но присутствие покрытия и в этом случае оказывает заметное влияние.

Особенно заметно такое влияние в кислой и солевой средах, то есть по истечении даже 25 суток значения поляризационного сопротивления остаются почти неизменными.

### Заключение

Анализ результатов исследования по сравнению оценки антикоррозионной способности композиций показал, что наилучшими защитными свойствами от коррозии в солевой среде обладают композиции, наполненные каолином производственной марки АКТ–10 а в кислой среде – композиции, наполненные каолином производственной марки АКФ–78.

Такое различие свойств покрытий, наполненных каолинами, объясняется их химическим составом и размерами частиц. Обусловлено это тем, что в каолине АКТ–10 по сравнению с АКФ–78 содержание оксидов железа и двуокси кремния больше, преобладание оксида алюминия в АКФ–78 даёт преимущество покрытию на её основе по антикоррозионным свойствам к агрессивно-кислым средам.

Содержание данных элементов даёт возможность предполагать об образовании и наноконструктивных соединений при механо–химической модификации при их получении, которым будут посвящены дальнейшие исследования.

REFERENCES

1. Zerda A.S., Lesser A.I. Intercalated clay nanocomposites: morphology, mechanics and fracture behavior. *J. Appl. Polym. Sci.*, 1995, vol. 55, no. 3, pp. 40-47.
2. Nurkulov F.N. Jalilov A.T., Tadzhikhodzhaev Z.A. New environmentally safe flame retardant phosphorus-based organic compounds. *Austrian Journal of Technical and Natural Science*, 2016, vol. 32, no.5-6, pp. 52-56.
3. Nurkulov F.N. Khimicheski stoykiye kompozisionniye materialy na osnove khlorosulfirovannogo polietilena [Chemical resistant composite materials based on chlorosulfonated polyethylene]. *Kimyo va kimyo tekhnologiyasi*, 2013, no. 1, pp. 50-52.
4. Ziyamukhamedov U.A., Khabibullaev A.Kh., Dzhumabayev D.A. Svoystva geterokompozitnikh pokritiy dlya primeneniya v khlopkochestitelnykh tekhnologicheskikh oborudovaniyakh poluchayemykh aktivatsionno geliotekhnologicheskim metodom [Properties of heterocomposite coatings for use in the cotton-cleaning technological equipment obtained by means of an activation and solar technology method]. *STANDART*, 2009, no. 3, pp. 37-39.
5. Kalnin M.M., Mahlers L.Ya. Adgezionnoye vzaimodeystviye polietilena, sodержashego adsorbiruyushiye napolniteli, so stal'yu v usloviyax kontakt'nogo termookisleniya s tochkoy zreniya formal'noy kinetiki [Adhesive interaction of polyethylene containing adsorbing fillers with steel under conditions of contact thermal oxidation from the point of view of formal kinetics]. *Visokomolekulyarniye soedineniya*, 1988, no. 5, pp. 1114-1119.
6. Ziyamukhamedov U.A., *Perspektivnyye kompozitsionnyye materialy na osnove mestnykh syr'evykh i energeticheskikh resursov* [Prospective composite materials based on local raw materials and energy resources]. Tashkent, Tashkent State Technical University, 2011. 160 p.
7. Ziyamukhamedova U.A., Shaymardanov B.A. [Research of the possibility of hardening the hydro-abrasive endurance of anticorrosive epoxy hetero-composite coats with usage of local raw materials]. *Sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Khimicheskaya tekhnologiya»* [Collection of materials of the International Scientific and Practical Conference "Chemical Technology"]. Moscow, 2012, pp. 300-302.