

ISSN 2091-5527
№ 3/2025

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatdiki, yuqori margansli po'lat xossalarini oshirish uchun uning tarkibiga 0,15 % dan ko'p bo'lmagan miqdorda titan kiritish tavsiya etiladi. Shu bilan birga, shuni inobatga olish kerakki, Galdfilt po'latining xossalarini titan yordamida mikrolegirlash yoki modifikatsiyalash bo'yicha barcha ilmiy va patent adabiyotlarida ligatura sifatida oddiy ferrotitan qo'llanilgan.

Xulosa:

- Qotishmada titanning maksimal o'zlashtirilishini (15 % dan ortiq) ta'minlash uchun azotlangan titan-kalsiy ligurasini kolbada turgan eritmaga kolokolchik yordamida kiritish lozim. Quyma sexlari sharoitida esa ligaturani kolbaning tubiga solib, ustidan metall chiplar bilan yopish yoki trayb-apparat orqali kiritish tavsiya etiladi.

- Yuqori marganetsli po'latning yeyilishga bardoshlilik ko'effitsientini legirlanmagan holatga nisbatan 13–25 % ga oshirish uchun qotishmada titanning qoldiq konsentratsiyasi 0,05–0,08 % oralig'ida bo'lishi kerak.

- Yuqori marganetsli po'latdan yasalgan buyumlarni termik ishlovdan o'tkazish yeyilishga bardoshlilik ko'effitsientini 11–17 % ga oshiradi.

- Qotishmada titanning qoldiq miqdori taxminan 0,085 % bo'lsa, sovish tezligidan qat'i nazar austenit donasining anizotropiya ko'effitsienti birlikka yaqin bo'ladi.

- Yuqori marganetsli po'latda titanning qoldiq konsentratsiyasi ortishi bilan termik ishlov jarayonida kuyib ketadigan uglerod miqdori kamayadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Сысоев А.М., Бахметьев В.В., Колокольцев В.М. Рафинирование и модифицирование стали 110Г13Л комплексом титан-бор-кальций // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2008. № 1. С.

2. Исследование механических и эксплуатационных свойств высокомарганцевой стали, легированной азотированным феррохромом / Колокольцев В.М., Вдовин К.Н., Чернов В.П., Феоктистов Н.А., Горленко Д.А. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2016. № 3. С. 46–54.

3. Эгамбердиев, Илхом Пулатович, Улугбек Зиятович Шарафутдинов, and Голибжон Давлатович Улугов. "Исследование влияния состава и структуры на стали 110Г13Л." *Journal of Advances in Engineering Technology* 2 (2021): 57-64.

4. Вдовин К.Н., Феоктистов Н.А., Горленко Д.А. Выплавка высокомарганцевистой стали в дуговой сталеплавильной печи. Внепечная обработка. Сообщение 2 //Изв. вузов. Черная металлургия. 2016. № 1. С.23–28.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭПОКСИДНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ НА ИХ ОСНОВЕ С ВЫСОКИМИ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИМИ И ТРИБОТЕХНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Абед Н.С., Негматов С.С., Нормуродов А.А., Туляганова В.С., Джабаров Б.Т., Бозорбоев Ш.А.

Государственное учреждение “Фан ва тараккиет”

Введение. Современное развитие науки и техники требует создания новых материалов с высокими эксплуатационными характеристиками. Особое внимание уделяется композиционным полимерным материалам на основе эпоксидных смол, которые благодаря своим уникальным свойствам — высокой прочностью, адгезии, химической стойкости и термостойкости — находят широкое применение в аэрокосмической, автомобильной, электронной и строительной отраслях. Однако эффективность использования таких материалов во многом зависит от точного понимания и контроля их электрических и физико-механических свойств.

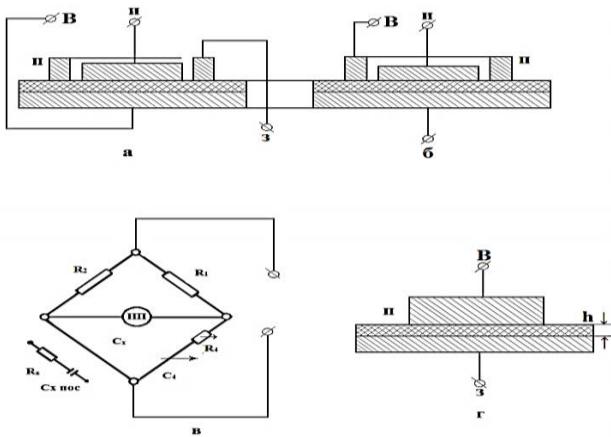
Определение этих характеристик является важным этапом в разработке, производстве и эксплуатации композиционных эпоксидных материалов. Правильный выбор методики испытаний позволяет не только объективно оценить качество материала, но и

прогнозировать его поведение в различных условиях эксплуатации. Особую актуальность приобретает исследование взаимосвязи между структурой композита, видом наполнителя, технологией его получения и конечными свойствами материала.

Результаты исследований. Основными электрическими свойствами полимерных покрытий являются электропроводность, диэлектрическая проницаемость, диэлектрические потери и электрическая прочность (пробивная напряженность) [2].

На рисунке 1 показана схема соединения электродов для измерения электрических характеристик полимерных покрытий. При этом одним из электродов служит металлическая подложка [1].

Для определения удельного сопротивления ρ необходимо измерить удельное объемное сопротивление ρ_V и удельное поверхностное сопротивление ρ_S или наоборот.



а - для удельного объемного сопротивления;
 б - поверхностное сопротивление;
 в - для $E \operatorname{tg} \delta$; г - для E ; И - измерительный электрод; П - полимерное покрытие

Рис. 1. Схема соединения электродов для измерения электрических характеристик полимерных покрытий

Для этого применяется система из трех электродов, которая показана на рисунке 1 (а). Для измерения ρ_V схема соединения электродов, показанная на рисунке 1 (б) этом случае подложка служит как высоковольтный электрод, а для определения ρ_S рисунок (б) в этом случае подложка служит как охранный электрод. Измерив величины сопротивления R_x по этим схемам, можно определить ρ_V и ρ_S по формулам: [3; с.127-130].

$$\rho_V = R_V \frac{s}{n} \text{ Ом} \cdot \text{см} \quad (1)$$

$$\rho_S = R_S \frac{d}{l} \text{ Ом} \quad (2)$$

где, ρ_V объемное сопротивление образца, подлежащее измерению, Ом;
 R_S —поверхностное сопротивление, также подлежащее измерению, Ом;
 s —площадь электрода, см²;
 n —толщина полимерного покрытия, см;
 d —ширина электродов на поверхности полимерного покрытия, Ом;
 l —расстояние между электродами на поверхности покрытия, см.

В зависимости от величины сопротивления материала покрытий применяют различные методы и приборы. Метод непосредственного отклонения позволяет, измерят с достаточной ступенью точности сопротивление до 10^9 Ом, метод заряда конденсатора и метод сравнения позволяют увеличить предел измерения сопротивления с достаточной точностью до 10^{12} Ом, а свыше 10^{12} Ом измерение сопротивлений полимерных покрытий рекомендуется проводить с помощью электролитов, так как при этом обеспечивается достаточная точность измерения [4; с.30-36].

Измерение диэлектрической проницаемости - ϵ и тангенс угла - $\operatorname{tg} \delta$

производится промышленной, звуковой и радиочастотах, и основано на измерении емкости исследуемого полимерного покрытия (образца). Определение ϵ и $\operatorname{tg} \delta$ полимерных покрытий при промышленных и звуковых частотах производится путем мостовых методов, а при радиочастотах (порядка 10^6 Hz) резонансными методами (ГОСТ 9141-65). Следует отметить, что для измерения ϵ и $\operatorname{tg} \delta$ применяются те же электроды, что и для определения электропроводности ρ_V , причем охранный электрод заземляется.

На рисунке 1 (в) приведена принципиальная схема четырехблочного моста, в одно из плеч которого включается образец испытуемого покрытия. После уравновешивания моста, т.е. после подбора значений сопротивления и емкости, когда ток в диагонали измерительного прибора ИП равен нулю. Тангенс угла диэлектрических потерь определяется по формуле:

$$\operatorname{tg} \delta = 2\pi f C_4 R_4 10^{-6} \quad (3)$$

где, f —частота, Hz;
 C_4 —емкость, мкФ;
 R_4 —сопротивление, Ом.

Диэлектрическая проницаемость ϵ испытуемого полимерного покрытия определяется, исходя из формулы плоского конденсатора:

$$\epsilon = \frac{14.4 C_x h}{d^2} \quad (4)$$

где, $C_x = C_4 \frac{R_1}{R_2}$ — емкость полимерного покрытия, мкФ; d —диаметр круглого электрода, см; h —толщина полимерного покрытия, см.

Измерение пробивной напряженности полимерных покрытий можно производить с помощью установки с трансформатором, которая снабжена устройством для плавного регулирования напряжения, измерительными приборами, а также автоматическим выключателем (ГОСТ 6433-65). При измерениях на этих установках электрической прочности полимерных покрытий одним электродом служит подложка, а второй электрод располагается на поверхности покрытия против подложки, как показано на рисунке (г). Изменяя плавное напряжение от нуля до получения пробоя, можно определить пробивное напряжение $U_{пр}$ данного покрытия. Пробивная напряженность исследуемого полимерного покрытия определяется из следующего соотношения:

$$E_{пр} = \frac{U_{пр-кв}}{h_{см}} \quad (5)$$

Определение прочности при изгибе. Прочность при изгибе $\sigma_{и}$ характеризует сопротивление материала и разрушению при достаточно больших скоростях деформирования

σ_{II} эпоксидной термореактивный полимерной композиции, которого определяли в соответствии с ГОСТ 4648- 78 на образцах размерами 55*6*4 мм на приборе УЗ4-10 ТМ. Скорость относительного перемещения наконечника равнялась 10 мм/мин [5; с. 123-126].

Прочность пленки определяется средней арифметической величиной разрывного нагружения по следующей формуле;

$$\sigma_{II} = \frac{\sum \sigma_{II}}{n}, [\text{МПа}] \quad (6)$$

$$\text{где, } \sigma_{II} = \frac{P}{b\delta}, [\text{МПа}]$$

P - разрывное усилие, кг;

b и δ - соответственно ширина и толщина шейки образца до испытания, см;

n – число экспериментов.

Определение ударной вязкости. Ударная вязкость является одним из основных показателей механической прочности эпоксидных, термореактивных полимерных материалов, определение которой проводили по ГОСТ 4647- 80, на наиболее распространенном приборе маятниковом копре [6; с.136-140].

Определение модуля упругости при изгибе. Модуль упругости при изгибе E_{II} является характеристикой, необходимой при оценке прочности материала и определяет характер контактного фрикционного взаимодействия и фактической площади контакта (ФПК) при упругом констатировании трущихся поверхностей. Определение E_{II} проводили на испытательной машине типа УМ-5 в соответствии с размерами 55*6*4 мм.

Определение твердости по Бринеллю проводили на образцах, представляющих собой брусок толщиной не менее 5 мм и шириной не менее 15 мм. При испытании (ГОСТ 4670-77) стальной шарик диаметром 5 мм под усилием 50 Н вдавливался в образец материала в течение 60 с, затем измеряют глубину вдавливания шарика с помощью индикатора [7; с.18].

В.А. Белый и Р.А. Рутто для определения микротвердости полимерных покрытий на приборе ПМТ-3 рекомендуют $t_{II} = 15$ с, $t_{дл} = 30$ с, $P_{II} = 100$ г. после определения таким

образом, диагонали отпечатка микротвердость покрытий рассчитывается по следующей формуле;

$$H_B = \frac{1854 \cdot P}{d^2}, [\text{МПа}] \quad (7)$$

где P -величина нагрузки, г;

d - длина диагонали отпечатка, мм;

1854- постоянная константа прибора.

Определение адгезионной прочности осуществляли методами равномерного отрыва грибков, изготовленного из стали- Ст3 и отслаивания покрытий от металлических тонких листов и материалов толщиной 0,1 мм,

схема и принцип работы установок, которые подробно описаны в работе (O'zDSt 3330:2018) [8].

Определение микроструктуры. Для определения микроструктуры антифрикционных и антифрикционно-износостойких композиционных полимерных материалов был использован оптический микроскоп МИН-8.

Определение триботехнических свойств композиционных эпоксидных материалов при взаимодействии с волокнистой массой осуществили метод (ГОСТ 23.223-97), разработанный под руководством академика АН Республики Узбекистан Негматова С.С.

Обработка экспериментальных данных характеризующих зависимости электрофизических и физико-механических показателей эпоксидных наполненных композиционных полимерных материалов от типа наполнителя и его содержания, производили методами математической статистики.

Выводы. Применение данных методик обеспечивает возможность целенаправленной оптимизации состава и структуры покрытий и композитов, направленной на повышение их функциональности и долговечности. Это, в свою очередь, способствует расширению сфер применения эпоксидных композиционных материалов в электронике, машиностроении, авиации и других отраслях, где важна надёжная работа материалов в условиях трения и электрических нагрузок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Негматов С.С. Технология получения полимерных покрытий. -Ташкент, 1975.-232 с.
2. Абед Н.С., Эминов Ш.О., Бозорбоев Ш.А., Негматов К.С. Методы определения электрофизических свойств полимерных и композиционных материалов. – Ташкент: ГУП «Фан ва таракиёт», 2011. – 46 с.
3. Блайт Э.Р., Блур Д. Электрические свойства полимеров, -Москва, 2008. -377 с
4. Негматов С.С., Абед Н.С., Негматова К.С., Камолов И. Р., Эминов Ш.О., Сайфуллаева Г.И., Баракаева С.Т., Камолова Д.И., «Методика получения композиционных образцов на основе термореактивных фурано- эпоксидных полимеров и органоминеральных наполнителей» // Универсум научный технический журнал- Москва 2021. №.1.
5. Аверко-Антонич И.Ю., Бикмулин Р.Т.Методы исследования структуры и свойств полимеров. Уч.пос. – Казан, 2002. -302 с
6. Кербер М.Л., Виноградов В.М., Головкин Г.С., Берлин А.А. Полимерные композиционные материалы; структура, свойства, технология. -Санкт Петербург, 2011. -560 с
7. Думанский М.О., Александров В.М., Сытин В.И. измерение твердости металлов и сплавов. – Архангельск, 2013. -18с
8. Методы определения коэффициента трения, температуры и величины электростатического заряда в зоне трения. O'zDSt 3330:2018. – Ташкент: Стандарт, 2018. – 14 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокomпозитов

- Негматов Ж.Н., Хурсанов А.Х., Негматов С.С., Негматова К.С., Абед Н.С., Рахимов Х.Ю., Эрнийёзов Н.Б.** Разработка эффективных составов композиционных химических флотореагентов-вспенивателей для извлечения цветных и благородных металлов в процессе флотации медно-молибденовых руд 3
- Абед Н.С., Ходжаева Д.Н., Рузиева Б.Ю., Шамсиева С.С.** Модификация связующих для производства огнестойких древесно-пластиковых и древесно-волоконистых плитных материалов 6
- Панжиев О.Х., Негматов С.С., Абед Н.С., Талипов Н.Х., Туляганова В.С.** Влияние микрокремнезема на свойства тампонажного раствора 7
- Abdisattorov J.A., Mamatov U.B., Alimov A.F., Taniyev O.U., Akbarov Kh.I., Berdimurodov E.T.** Synthesis of ionic liquids based on diphenyl amine and phosphoric acid 10
- Турабджанов С.М., Кодиров О.Ш., Кучкарова Н.Х., Шамсуддинов Л.О.** Модификацияланган КУ-2-8 катион алмашинувчи полимерининг термик мустаҳкамлигини ўрганиш 13
- Муяссарова Р.И., Кораев С.Э., Каттаев Н.Т., Акбаров Х.И.** Синтез амфифильного кремнезема и исследование его капиллярно-пористой структуры 17
- Haydarova S.S., Xaitbayev A.X.** Natriy alginat asosida biopolimer plyonka materiallar olish 21
- Мухаметджанова Ш.А., Маткаримов С.Т., Носирходжаев С.К., Очилдиев К.Т., Нуралиев О.У., Исмаилов Ж.Б., Акрамов У.А.** Исследование сульфидных и силикатных фаз в шлаках кислородно-взвешенной плавки на стадии шлакоотвала 24

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

- Rizaeva N.M., Saydumarov B.M.** Study of the state of the steel surface at the interface between metal and scale during heating 29
- Toshmatova Sh.T., Tashbulatov Sh.B., Zufarova N.N., Saidxodjayeva Sh.N., Tashxodjayeva K.U.** Yuqori marganetsli po'latning Ti-Ca-N elementlari bilan kompleks legirlanishining yeyilishga bardoshlilik ko'rsatgichlariga ta'siri 31
- Абед Н.С., Негматов С.С., Нормуродов А.А., Туляганова В.С., Джабаров Б.Т., Бозорбоев Ш.А.** Методика определения электрических и физико-механических свойств композиционных эпоксидных полимерных материалов и покрытий на их основе с высокими электрофизическими и триботехническими свойствами 33
- Abdullayev F.S., Axmadaliyev Sh.Sh., Xasanov K.A.** Kompozitsion materiallarni siqib chiqarishli shtamplash texnologik jarayonining matematik modeli asoslari 36
- Eshbaeva U.J.** Tarkibida yelimlovchi modda bo'lgan qog'ozning fizik-mexanik xossalarini tadqiq qilish 38
- Иргашев А., Эгамбердиева Н.А.** Работоспособность баббитового покрытия в подшипниках скольжения 41
- Каршиев М., Файзиев М.М.** Ерга ишлов бериш машина деталларини умрбоқийлигини ошириш мақсадида газ алангаси усулида пуркаб, эритиш орқали ейилишбардош коплама олиш 44
- Негматов С.С., Рузиева Б.Ю., Ходжаева Д.Н., Абед Н.С., Шамсиева С.С.** Изучение влияния различных минеральных антипиренов на огнестойкость древесно-пластиковых и древесноволокнистых плитных материалов 47

3. Разработка и технология получения композиционных материалов

- Каримов Ш.А., Шакиров Ш.М., Алимбабаева З.Л.** Разработка эффективных пористых материалов для очистки сточных вод от нефтепродуктов 49
- Холбозорова Д.Н., Хамдамова Ч.Х., Очиллов Э.А., Тошпулатова Г.Р., Дехканбаева С.А.** Разработка способов повышения извлечения германия при пирометаллургической переработке продуктов сжигания углей 51