ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 3

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 3

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

АНТИКОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Зайниева Раиса Баходировна
Докторант Бухарского государственного технического университета, Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: zayniyevarb@mail.ru
Киёмов Шарифжон Нозимович
Д-р техн. наук, ст. науч. сотр. Ташкентского научно - технологического института химической технологии, Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: qiyomovsh@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрены полиуретановые покрытия как эффективное средство антикоррозионной защиты металлических конструкций, эксплуатируемых в различных климатических и производственных условиях. Проанализированы основные механизмы коррозионных процессов, включая электрохимическое взаимодействие металла с влагой, кислородом и агрессивными химическими средами, а также сформулированы ключевые требования к защитным лакокрасочным материалам. Рассмотрены физико-механические и эксплуатационные свойства полиуретановых покрытий, такие как высокая адгезия к металлическим поверхностям, низкая водо- и газопроницаемость, химическая стойкость и эластичность. Представлена классификация полиуретановых покрытий по компонентному составу и механизму отверждения, а также проанализированы особенности формирования защитной плёнки. Показано, что модификация полиуретановых систем функциональными добавками и неорганическими наполнителями позволяет существенно повысить их антикоррозионную эффективность и долговечность. Полученные результаты подтверждают перспективность применения полиуретановых покрытий для повышения надёжности и срока службы металлических конструкций в строительной, транспортной и нефтехимической отраслях.

Ключевые слова: коррозия металлов, полиуретановые покрытия, антикоррозионная защита, лакокрасочные материалы, эксплуатационная стабильность.

Abstract. This paper examines polyurethane coatings as an effective means of anticorrosion protection for metal structures operated under various climatic and industrial conditions. The main mechanisms of corrosion processes are analyzed, including the electrochemical interaction of metals with moisture, oxygen, and

ISSN 3030-3907

aggressive chemical environments, and the key requirements for protective coating materials are formulated. The physical, mechanical, and operational properties of polyurethane coatings—such as high adhesion to metal surfaces, low water and gas permeability, chemical resistance, and elasticity—are considered. A classification of polyurethane coatings based on their component composition and curing mechanisms is presented, and the features of protective film formation are analyzed. It is shown that modification of polyurethane systems with functional additives and inorganic fillers makes it possible to significantly enhance their anticorrosion efficiency and durability. The obtained results confirm the prospects of using polyurethane coatings to improve the reliability and service life of metal structures in the construction, transportation, and petrochemical industries.

Keywords: metal corrosion, polyurethane coatings, anticorrosion protection, coating materials, operational stability.

Annotatsiya. Mazkur ishda poliuretan qoplamalar turli iqlimiy va ishlab chiqarish sharoitlarida ekspluatatsiya qilinadigan metall konstruksiyalarni korroziyadan himoya qilishning samarali vositasi sifatida ko‘rib chiqilgan. Metallning namlik, kislorod va agressiv kimyoviy muhitlar bilan elektroximik o‘zaro ta’siri kabi korroziya jarayonlarining asosiy mexanizmlari tahlil qilingan, shuningdek himoya lak-bo‘yoq materiallariga qo‘yiladigan asosiy talablar shakllantirilgan. Poliuretan qoplamalarning fizik-mexanik va ekspluatatsion xususiyatlari, jumladan metall yuzalarga yuqori adgeziya, past suv va gaz o‘tkazuvchanligi, kimyoviy chidamliligi hamda elastikligi ko‘rib chiqilgan. Poliuretan qoplamalarning komponent tarkibi va qotish mexanizmiga ko‘ra klassifikatsiyasi berilgan, shuningdek himoya plyonkasining hosil bo‘lish xususiyatlari tahlil qilingan. Poliuretan tizimlarini funksional qo‘shimchalar va noorganik to‘ldiruvchilar bilan modifikatsiya qilish ularning antikorrozion samaradorligi va uzoq muddat xizmat qilish xususiyatlarini sezilarli darajada oshirishi ko‘rsatilgan. Olingan natijalar qurilish, transport va neft-kimyo sohalarida metall konstruksiyalarning ishonchliligi hamda xizmat muddatini oshirishda poliuretan qoplamalardan foydalanish istiqbolli ekanligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: metallar korroziyasi, poliuretan qoplamalar, antikorrozion himoya, lak-bo‘yoq materiallari, ekspluatatsion barqarorlik.

ВВЕДЕНИЕ.

Коррозия металлов является одной из наиболее актуальных проблем современной промышленности и строительства, поскольку приводит к снижению прочности, надёжности и эксплуатационной долговечности металлических конструкций, а также вызывает значительные экономические потери. Воздействие влаги, кислорода, агрессивных химических соединений

ISSN 3030-3907

и атмосферных факторов способствует развитию коррозионных процессов, что обусловливает необходимость разработки эффективных методов антикоррозионной защиты.

Одним из наиболее распространённых способов защиты металлов от коррозии является применение защитных лакокрасочных покрытий, формирующих барьерный слой между металлической поверхностью и окружающей средой. Эффективность таких покрытий определяется их адгезионной прочностью, низкой проницаемостью и способностью сохранять целостность защитной плёнки в условиях механических и температурных нагрузок.

Среди полимерных материалов особое место занимают полиуретановые покрытия, характеризующиеся высокой адгезией, химической стойкостью, эластичностью и износостойкостью. Благодаря возможности регулирования их свойств за счёт изменения состава и условий отверждения полиуретановые системы являются перспективным средством антикоррозионной защиты металлических конструкций в различных условиях эксплуатации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

В качестве анализируемых материалов рассматривались различные типы полиуретановых покрытий, включая однокомпонентные и двухкомпонентные, влагоотверждаемые, термореактивные, а также модифицированные составы, используемые для защиты металлических и бетонных поверхностей в атмосферных и агрессивных средах.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

Проведённый анализ показал, что развитие коррозионных процессов на металлических поверхностях обусловлено комплексным воздействием факторов окружающей среды, включающих влагу, кислород, агрессивные газы и соли. Совместное действие этих факторов приводит к интенсификации электрохимических процессов, вызывающих равномерную и локализованную коррозию металлов. Основные факторы, оказывающие влияние на скорость и характер коррозионного разрушения металлических конструкций, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Основные факторы, влияющие на коррозию металлических конструкций

Фактор воздействия	Характер влияния	Последствия
Влага и осадки	Электрохимическая активация	Ускорение коррозии

ISSN 3030-3907

Кислород	Окисление металла	Образование оксидов
Агрессивные газы	Химическое воздействие	Локальная коррозия
Солевые растворы	Повышение проводимости	Интенсивная коррозия
Температурные колебания	Механические напряжения	Микротрещины

Для предотвращения коррозионного разрушения широко применяются защитные лакокрасочные покрытия, основная функция которых заключается в формировании барьерного слоя между металлической поверхностью и агрессивной средой. Эффективность таких покрытий определяется совокупностью эксплуатационных характеристик, среди которых ключевое значение имеют адгезия, водо- и газопроницаемость, химическая стойкость и эластичность. Основные требования к антикоррозионным покрытиям представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Основные требования к антикоррозионным покрытиям

Показатель	**Характеристика**
Адгезия к металлу	Высокая
Водопроницаемость	Минимальная
Газопроницаемость	Низкая
Химическая стойкость	Высокая
Эластичность	Достаточная

Среди полимерных антикоррозионных материалов особое место занимают полиуретановые покрытия, что обусловлено особенностями их химического строения и механизмом формирования защитного слоя. В процессе отверждения полиуретановых систем происходит образование уретановых связей в результате реакции взаимодействия изоцианатных и гидроксильных групп:

$$R{-}NCO + R'{-}OH \rightarrow R{-}NHCOO{-}R'$$

Формирование пространственно сшитой полиуретановой матрицы обеспечивает высокую механическую прочность покрытия и низкую проницаемость по отношению к влаге и агрессивным газам, что существенно замедляет протекание электрохимических коррозионных процессов на границе раздела «металл–покрытие».

Дополнительно в процессе отверждения возможна реакция изоцианатных групп с влагой воздуха, сопровождающаяся образованием мочевинных фрагментов:

ISSN 3030-3907

$$R{-}NCO + H2O \rightarrow R{-}NHCONH{-}R + CO2\uparrow$$

Наличие уретановых и мочевинных связей способствует повышению плотности и адгезионной прочности покрытия, что снижает вероятность развития подпокрытийной коррозии даже при наличии микродефектов защитного слоя.

Анализ физико-механических свойств полиуретановых антикоррозионных покрытий показал, что они характеризуются высокой адгезией к металлическим поверхностям, устойчивостью к истиранию и сохранением эластичности при температурных колебаниях. Основные эксплуатационные характеристики полиуретановых покрытий представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Физико-механические свойства полиуретановых покрытий

Свойство	**Характеристика**
Адгезия	Высокая
Износостойкость	Повышенная
Эластичность	Высокая
Твердость	Средняя–высокая
УФ-стойкость	Хорошая

Установлено, что эксплуатационная эффективность полиуретановых покрытий во многом определяется их компонентным составом и механизмом отверждения. В зависимости от условий эксплуатации применяются однокомпонентные и двухкомпонентные системы, а также покрытия с различными механизмами формирования защитной плёнки. Классификация полиуретановых покрытий по механизму отверждения приведена в таблице 4.

Таблица 4.

Классификация полиуретановых покрытий по механизму отверждения

Тип покрытия	**Механизм отверждения**	**Область применения**
Однокомпонентные	Реакция с влагой	Атмосферные условия
Двухкомпонентные	Химическая реакция	Агрессивные среды
Термоотверждаемые	Высокая температура	Промышленность
УФ-отверждаемые	УФ-излучение	Быстрое формирование

Практическая значимость полиуретановых антикоррозионных покрытий подтверждается широким спектром их применения в различных отраслях промышленности. Высокая устойчивость к влаге, химическим агентам и механическим воздействиям позволяет эффективно использовать

ISSN 3030-3907

данные покрытия для защиты металлических конструкций в сложных эксплуатационных условиях. Основные области применения полиуретановых покрытий представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Области применения полиуретановых антикоррозионных покрытий

Отрасль	**Объекты защиты**	**Условия эксплуатации**
Строительство	Металлоконструкции	Атмосферные воздействия
Нефтегазовая	Трубопроводы, резервуары	Агрессивные среды
Транспорт	Металлические элементы	Вибрации и влага
Машиностроение	Оборудование	Механические нагрузки
Энергетика	Опоры и корпуса	Перепады температур

Таким образом, результаты анализа подтверждают, что полиуретановые антикоррозионные покрытия благодаря особенностям химической структуры и механизму формирования защитного слоя обеспечивают эффективную защиту металлических конструкций от коррозионного разрушения и обладают высокой эксплуатационной надёжностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В результате проведённого анализа установлено, что полиуретановые антикоррозионные покрытия являются эффективным средством защиты металлических конструкций от коррозионного разрушения в условиях атмосферных и агрессивных сред. Высокая адгезия, низкая водо- и газопроницаемость, химическая стойкость и эластичность полиуретановых систем обеспечивают формирование надёжного защитного слоя и существенное замедление коррозионных процессов.

Показано, что эксплуатационные свойства полиуретановых покрытий определяются их компонентным составом и механизмом отверждения, а возможность модификации состава позволяет повысить антикоррозионную стойкость и стабильность покрытий. Таким образом, полиуретановые покрытия представляют собой перспективный материал для применения в различных отраслях промышленности и строительства.

ISSN 3030-3907

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Розенфельд И.Л., Рубинштейн Ф.И., Жигалова К.А. Защита металлов от коррозии лакокрасочными покрытиями. — М.: Химия, 1987. — 224 с.
2. Дмитриев И.Ю., Молочников Д.Е. Коррозионные процессы металлов // Научно-технический и производственный журнал. — 2022. — № 3. — С. 45–52.
3. Мазурин В.Л. Полиуретан как строительный материал XXI века // Научно-технические ведомости СПбГПУ. — 2013. — № 2(171). — С. 165–170.
4. Зуев Ю.С., Дегтева Т.Г. Стабильность эластомеров и условия эксплуатации. — М.: Химия, 1986. — 262 с.
5. Райт П., Камминг А. Полиуретановые эластомеры. — М.: Химия, 1973. — 304 с.
6. Кияненко Е.А., Зенитова Л.А. Физико-механические свойства полиуретановых покрытий, наполненных твердыми неорганическими отходами // Вестник Казанского технологического университета. — 2012. — Т. 15, № 4. — С. 92–96.
7. Чухланов В.Ю., Ионова М.А. Полиуретановое покрытие, модифицированное алкоксисиланом, с повышенными эксплуатационными свойствами // Материалы и конструкции. — 2012. — № 4. — С. 60–61.
8. Яковлев С.Н. Проектирование и основы технологии деталей станков из полиуретана — СПб.: Реноме, 2013. — 176 с.
9. Вечоррек В. Полиуретановые покрытия: новые разработки и области применения // Журнал эластомеров и пластмасс. — 1986. — Том 18. — С. 203–214.
10. Чжан Х. Синтез и характеристика полиуретановых эластомеров // Журнал эластомеров и пластмасс. — 2008. — Том 40. — С. 161–177.
11. Датта Дж. Синтез и исследование гликолизатов и полученных полиуретановых эластомеров // Журнал эластомеров и пластмасс. — 2010. — Том 42. — С. 117–127.
12. Рек В. Термическая деградация полиуретановых эластомеров: определение кинетических параметров // Журнал эластомеров и пластмасс. — 2003. — Том 35. — С. 311–323.
13. Рек В. Оценка кинетических параметров термической деградации полиуретановых эластомеров // Журнал эластомеров и пластмасс. — 2006. — Том 38. — С. 105–118.
14. Козлов Н.А. Физика полимеров. — Владимир: ВЛГУ, 2001. — 344 с.

ISSN 3030-3907

15. Россина Н.Г., Попов Н.А., Жилякова М.А. Коррозия и защита металлов. Методы исследования коррозионных процессов. — Екатеринбург: УрФУ, 2019. — 108 с.

ISSN 3030-3907