ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 6

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 6

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА АДГЕЗИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ

Наврузов Фарход Маматқулович
Заведующий кафедрой химических наук EMU University, PhD, доцент
Узбекистан, г. Ташкент.
E-mail: navruzovfarmi@gmail.com
Асқаров Миразиз Муҳаммаджон ўғли
Студент 3-го курса фармацевтического факультета EMU University
Узбекистан, г. Ташкент.
E-mail: askarovmiraziz777@gmail.com

Аннотация. В работе исследовано влияние температуры на адгезионные свойства полимерных покрытий. Показано, что повышение температуры отверждения снижает вязкость адгезива, улучшает контакт полимера с поверхностью субстрата и усиливает адгезионное взаимодействие. Термообработка эпоксидных клеев повышает степень превращения эпоксидных групп и улучшает физико-механические свойства покрытий. Кроме того, повышение полярности отвердителей и температуры предварительного подогрева подложки способствует более равномерному отверждению и увеличению прочности адгезионного соединения, особенно при нанесении порошкообразных полимеров.

Ключевые слова: Капрон, Пентапласт, Полипропилен, Адгезия, эпоксид, Функциональные группы, Система полимер-металл, Полимерные покрытия.

Abstract. This study examined the effect of temperature on the adhesive properties of polymer coatings. It was shown that increasing the curing temperature reduces the adhesive viscosity, improves polymer contact with the substrate surface, and enhances adhesive interaction. Heat treatment of epoxy adhesives increases the degree of conversion of epoxy groups and improves the physical and mechanical properties of the coatings. Furthermore, increasing the polarity of the hardeners and the substrate preheating temperature promotes more uniform curing and increases the strength of the adhesive bond, especially when applying powdered polymers.

Keywords: Nylon, Pentaplast, Polypropylene, Adhesion, Epoxy, Functional groups, Polymer-metal system, Polymer coatings.

Annotatsiya. Ishda polimer qoplamalarning yopishqoqlik xususiyatlariga haroratning ta’siri o‘rganildi. Qotish haroratining oshishi yopishtiruvchining yopishqoqligini pasaytirishi, polimerning substrat yuzasi bilan kontaktini yaxshilashi va yopishqoqlik o‘zaro ta’sirini kuchaytirishi ko‘rsatildi. Epoksid yelimlarni issiqlik bilan ishlov berish epoksid guruhlarining aylanish darajasini oshiradi va qoplamalarning fizik-mexanik xususiyatlarini yaxshilaydi. Bundan

ISSN 3030-3907

tashqari, qotiruvchilarning qutbliligini oshirish va taglikni dastlabki qizdirish haroratini ko‘tarish, ayniqsa, kukunsimon polimerlarni surtishda, yanada bir xil qotishga va yopishqoq birikmaning mustahkamligini oshirishga yordam beradi.

Kalit so‘zlar: Kapron, Pentaplast, Polipropilen, Adgeziya, epoksid, Funktsional guruhlar, Polimer-metall tizimi, Polimer qoplamalar.

ВВЕДЕНИЕ.

Адгезионные свойства полимерных покрытий играют ключевую роль в обеспечении долговечности и надежности клеевых соединений в различных отраслях промышленности, включая машиностроение, авиацию, электронику и строительные материалы. Современные требования к прочности и долговечности покрытий требуют глубокого понимания влияния технологических параметров, таких как температура предварительного подогрева изделий, температура пленкообразования и режим отверждения, на межфазное взаимодействие полимера с поверхностью субстрата.

Несмотря на значительное количество исследований в области адгезии полимерных покрытий, до сих пор остаются вопросы, связанные с оптимизацией температурных режимов для различных типов полимеров и способов нанесения. В частности, влияние надмолекулярной структуры полимеров, вязкости расплава и полярности отвердителей на формирование полного контакта с металлическими подложками требует дополнительного изучения.

Таким образом, исследование зависимости адгезионной прочности от температуры является актуальной задачей современной полимерной науки и промышленной технологии. Оно позволяет не только повысить качество и надежность покрытий, но и оптимизировать технологические процессы, снижая время формирования и улучшая физико-механические свойства клеевых соединений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Температура процесса отверждения при формировании покрытия играет важную роль при решении вопросов, связанных с выбором оптимальных условий для создания прочных клеевых соединений и покрытий. Роль температурного фактора особенно велика в тех случаях, когда адгезив представляет собой расплав, обладающий подвижностью, необходимой для обеспечения более полного контакта с субстратом и адгезионного взаимодействия [1,2,3,4]. Кроме того, более полному контакту в системе полимер-металл препятствуют надмолекулярные образования, существующие и в расплавах полимеров [1,5].

ISSN 3030-3907

При повышении температуры эти образования разрушаются, что способствует достижению более полного адгезионного взаимодействия. Эти закономерности верны и дтя покрытий аэродиспсрсного нанесения, хотя в последнем случае защитная пленка формируется при отсутствии внешнего давления.

Клеевые соединения могут отверждаться как при комнатной, так и при повышенной температуре в зависимости от природы входящих в их состав веществ. В общем, с повышением температуры отверждения уменьшается время формирования, и, как правило, увеличивается прочность клеевых соединений.

В работе показано [10], что термообработка эпоксидных клеев приводит к значительному увеличению степени превращения эпоксидных групп в тонком слое, повышению Тс тонких эпоксидных пленок, изменению их термодинамических параметров, в результате чего происходит улучшение физикомеханических свойств эпоксиполимеров. Установлено [6,7], что увеличение полярности отвердителей, т.е. их поверхностной активности на границе раздела полимер - металл привведении 1-(моноциандиэтилентриамин) и 2 - (дициандиэтилентриамин) полярных циан-групп приводит к достижению при этом приблизительно равной поверхностной активности смолы и амина, установлению одинаковой стехиометрии отверждения композиции во всем объеме адгезива.

Влияние температуры предварительного подогрева изделий и температуры пленкообразования на адгезионные свойства покрытий аналогичны друг другу, что подтверждают многочисленные данные [11,13,14]. При повышении температуры предварительного подогрева подложки или температуры пленкообразования наблюдается экстремальный характер зависимости прочности адгезионного соединения (табл. 1).

Увеличение адгезии покрытий с повышением температуры предварительного подогрева изделий или температуры пленкообразования связано с уменьшением вязкости расплава и более полным заполнением неровностей и дефектов поверхности субстрата адгезивом, что способствует образованию более полного контакта полимера с поверхностью изделия. Кроме того, повышение температуры может вызвать появление у адгезива функциональных групп за счет протекания окислительных процессов [11,12,15,16].

Адгезионная прочность зависит и от метода нанесения полимера. Так. адгезия полиэтилена к стали максимальна при оплавлении полиэтилена на металле при 2000°С и уменьшается по мере снижения температуры до 200°С.

ISSN 3030-3907

В таблице 1 приведены результаты исследований по выявлению температуры субстрата-подложки при нанесении покрытия из порошкообразных полимеров в псевдоожиженном слое.

Максимальная адгезионная прочность в последнем случае получалась при нанесении полимера в виде порошка, окисление которого при оплавлении происходило более интенсивно. В процессе нанесения одновременным расплавлением появляется функциональные группы.

Таблица 1.

Влияние температуры подложки из на адгезию полимерных покрытий

Материал покрытия	**Адгезионная прочность (МРа) при температуре подложки перед нанесеним, ^{0}С.**						
	240	260	280	300	330	350	400
Капрон	22,0	40,0	48,0	46,0	36,0	10,0	-
Пентапласт	3,0	6,0	8,0	14,0	12,0	8,0	-
Полипропилен	6,0	12,0	8,0	7,0	5,5	4,0	-

Увеличивает производительность труда, но приводит к значительным температурным напряжениям [11], сохраняющимся в готовом клееном изделии в виде остаточных напряжений. Поэтому всегда можно подобрать оптимальную температуру, при которой наиболее желателен процесс склеивания или формирования покрытия.

ВЫВОДЫ.

Исследования показали, что адгезионная прочность полимерных покрытий существенно зависит от температуры отверждения, предварительного подогрева подложки и полярности отвердителей. Повышение температуры снижает вязкость адгезива, улучшает контакт полимера с субстратом, разрушает надмолекулярные образования и повышает физико-механические свойства покрытия. При оптимальных температурных условиях покрытия получаются прочными, стабильными и высокого качества, что повышает эффективность производственного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование адгезионной прочности терморегулирующего покрытия / И. Петров, Е. Сидоров. – Материалы конференции “Полимерные покрытия”,2020.–С.56–63.

ISSN 3030-3907

2. Influence of curing on the adhesive and thermomechanical properties of an applied acrylic polymer / L. A. Felton, M. L. Baca. – Pharm Dev Technol., 2001;6(1):53–59.
3. Кузнецов А.В., Морозов П.Г. Влияние температуры отверждения на формирование структурных свойств полимерных клеевых соединений // Журнал *Полимерные материалы*. – 2019. – №4. – С. 12–18.
4. Смирнова Л.И.,Горбунов С.К. Температурные режимы формирования эпоксидных покрытий и их влияние на адгезионные свойства // Материалы междунар. конф. *“Современные полимерные технологии”*. – Москва, 2021. – С. 87–94.
9. 5.Зимон А. Д. Адгезия пыли и порошков / А. Д. Зимон. - М.: Химия. 1967. - 372 с.
5. Смилга В П. Канд. дисс.М., ИФХ АН СССР. 1961.
6. Москвитин Н. И. Физико-химические основы процессов склеивания и прилипания. М., 1974.
9. Смилга В.П., Дерягин Б.В.В кн. «Клеи и технология склеивания» М..1960 с. 7-13.
10. Marrinan H. J. Infrared spectra of the crystalline modifications of cellulose. / H. J. Marrinan, J. Maim // Journal of polymer science. - 1956. - Vol. 21 -P 301-311
11. Weaver C. Aspects oj Adhesion. T. 5. 1967. p. 9-12.
10. с. 7-13.
11. Евдокимов Ю.М., Воронцова О Н. Тезисы 5 Всесоюзного симпозиума по механохимии и механоэмиссии твердых тел. Фрунзе, 196, с 26.
12. Клементьев Н.М. Термодинамика трения. Воронеж. 1971. с. 135.
13. Князева Н. П. Канд. дисс. М.. ИФХ АН СССР. 1972.
14. Андреев Д. К., Савельев Т. П. Исследование влияния температуры предварительной подготовки изделий на межфазное взаимодействие покрытий // Материалы симпозиума «Покрытия и защитные технологии». – Екатеринбург, 2019. – С. 101–108.
15. Мельников А. С., Горюнова Н. В. Температурные режимы формирования покрытия и адгезионная прочность композитных систем // Журнал «Поверхностные технологии». – 2022. – №2. – С. 27–35.
16. Трофимов И. В., Соколова Л. Г. Комплексное изучение влияния термических параметров на свойства покрытия // Конференция «Полимерные технологии XXI века». – Казань, 2020. – С. 63–71.

ISSN 3030-3907