ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 3

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/3 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

ОБЗОР ПОЛУЧЕНИЯ, СВОЙСТВ И ХАРАКТЕРИСТИК КЛЕЕВ НА ОСНОВЕ АКРИЛАТОВ

Нарзуллаева Азиза Муродиллаевна
Д-р филос. тех. наук(PhD), доц, Бухарский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: narzullaeva.aziza@yandex.ru
Холова Шарифа Фарходовна
Докторант Бухарский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: farxodovnasharifa@gmail.com
Ахмедов Вохид Низомович
Д-р. техн. наук, проф, Бухарский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Бухара

Аннотация. В статье приведён обзор получения клеев на основе акрилатов с улучшенными характеристиками, такими как вязкоупругие свойства, чувствительность к давлению, прочность на отслаивание, устойчивость к атмосферным воздействиям и термостойкость. Такие адгезивные материалы могут широко применяться в производстве различных товаров, таких как ленты, этикетки, медицинские пластыри, а также в качестве защитных и декоративных пленок, а также в высокотехнологичных отраслях, таких как производство дисплеев, автомобилей, электроники, авиационной и аэрокосмической промышленности. Из способов получения описаны такие как фотополимеризация, синтез олигомеров полиуретанового акрилата и т.д.

Ключевые слова: полимер, акрилат, самоклеющийся материал, плёнки, эластомер, прочность, фотополимеризация, термостойкость, вязкость, атмосферное воздействие, оптические совйства, напряжение сдвига, деформация.

Annotatsiya. Ushbu maqolada viskoelastik xususiyatlar, bosimga sezgirlik, qobiqning mustahkamligi, ob-havoga chidamlilik va issiqlikka chidamlilik kabi yaxshilangan xususiyatlarga ega akrilat asosidagi yopishtiruvchi moddalarni ishlab chiqarishga umumiy nuqtai nazar berilgan. Ushbu yopishtiruvchi moddalar lentalar, yorliqlar va tibbiy yamalar, shuningdek, himoya va dekorativ plyonkalar kabi turli xil mahsulotlarni ishlab chiqarishda, shuningdek, displey ishlab chiqarish, avtomobilsozlik, elektronika, aviatsiya va aerokosmik sanoat kabi yuqori texnologiyali sohalarda keng qo'llanilishi mumkin. Ishlab chiqarish usullari,

ISSN 3030-3907

jumladan, fotopolimerizatsiya va poliuretan akrilat oligomerlarini sintez qilish tasvirlangan.

Kalit so'zlar: polimer, akrilat, o'z-o'zidan yopishqoq material, plyonkalar, elastomer, mustahkamlik, fotopolimerizatsiya, issiqlikka chidamlilik, yopishqoqlik, ob-havoga chidamlilik, optik xususiyatlar, siljish kuchlanishi, deformatsiya.

Annotatsion. This article provides an overview of the production of acrylate-based adhesives with improved characteristics, such as viscoelastic properties, pressure sensitivity, peel strength, weather resistance, and heat resistance. These adhesives can be widely used in the production of various products, such as tapes, labels, and medical patches, as well as protective and decorative films, and in high-tech industries such as display manufacturing, automotive, electronics, and the aviation and aerospace industries. Methods of production are described, including photopolymerization and the synthesis of polyurethane acrylate oligomers.

Keywords: polymer, acrylate, self-adhesive material, films, elastomer, strength, photopolymerization, heat resistance, viscosity, weather resistance, optical properties, shear stress, deformation.

ВВЕДЕНИЕ

В зависимости от используемого полимера самоклеящиеся пленки делятся на акриловые, резиновые, силиконовые и полиуретановые. Среди этих материалов значительно возросла популярность акриловых самоклеящихся материалов, которые активно используются в промышленности и считаются передовым научным достижением [1] Самоклеящиеся материалы (СММ) — это вязкоупругие материалы, которые могут за короткое время приклеиться к различным твердым поверхностям, как металлическим, так и неметаллическим [2].

Для крепления слоев в гибких дисплеях требуются акриловые клеи, чувствительные к давлению (PSA), которые выдерживают деформацию и напряжение при сгибании. В исследовании J.-H. Lee, G.-S. Shim, J.-W. Park было исследовано влияние эластомера стирол–изопрен–стирол (SIS) на характеристики адгезии и восстановление акрилового PSA. В простых смесях прочность на отслаивание и липкость листа PSA немного снижались по мере увеличения содержания SIS из-за мягкой природы эластомера. Напротив, напряжение сдвига внахлестку немного увеличилось из-за запутывания полимерных цепей SIS. В тестах на релаксацию напряжений влияние SIS на восстановление PSA было ограничено слабым связыванием. В работе J.-H. Lee, G.-S. Shim, J.-W. Park было изучено использование термического сшивания для улучшения сцепления в смесях PSA / SIS. Хотя повышенная

ISSN 3030-3907

сшивка снижала прочность на отслаивание и прилипание зонда, адгезионные свойства сохранялись, а напряжение сдвига внахлестку и деформация увеличивались. Кроме того, в тестах на релаксацию напряжений улучшились показатели восстановления акриловых полисульфонатов, но при использовании сшивающего агента в количестве более 1 ч. на 100 ч. полисульфоната не удалось добиться восстановления. Таким образом, сшивка с эластомером играет важную роль в адгезии и восстановлении акриловых полисульфонатов. Однако из-за того, что в присутствии SIS лист PSA становится непрозрачным, возможности применения этой системы в дисплеях ограничены, и необходимы дальнейшие усовершенствования [3]. Акриловые полисульфонаты обладают превосходной прозрачностью, оптическими свойствами, устойчивостью к атмосферным воздействиям и термостойкостью, а также могут приобретать различные свойства в зависимости от состава мономера, например мягкие сегменты, жесткие сегменты и функциональные группы [4]. Акриловые полисульфонаты с различными характеристиками могут широко применяться в производстве различных товаров, таких как ленты, этикетки, медицинские пластыри, а также в качестве защитных и декоративных пленок, а также в высокотехнологичных отраслях, таких как производство дисплеев, автомобилей, электроники, авиационной и аэрокосмической промышленности [5].

В зависимости от условий реакции синтез акриловых сополимеров можно разделить на полимеризацию с использованием растворителя и без него. Поскольку при полимеризации с использованием растворителя используется органический растворитель, легко контролировать вязкость и температуру реакции, однако недостатком является наличие остаточных мономеров, поскольку степень конверсии реакции составляет менее 100 %. Кроме того, перед использованием акрилового сополимера необходимо удалить органический растворитель [6,7]. С другой стороны, при полимеризации без использования растворителей не применяются органические растворители. К таким методам относятся полимеризация в расплаве, фотополимеризация и водная эмульсионная полимеризация. Среди них фотополимеризация — это метод полимеризации полимеров под воздействием ультрафиолета, который применяется при различных видах полимеризации, таких как полимеризация в растворителе, эмульсионная и суспензионная полимеризация, а также при термической полимеризации [2] Кроме того, поскольку возможна объемная полимеризация с использованием только мономера и инициатора без применения растворителя, загрязнение

ISSN 3030-3907

окружающей среды минимально, скорость отверждения высокая, а сам процесс очень прост. Таким образом, этот метод более выгоден, чем традиционная термическая полимеризация, с точки зрения технологичности, производительности и снижения энергозатрат. Кроме того, благодаря УФ-отверждению возможен процесс низкотемпературного отверждения, а поскольку после реакции не остается непрореагировавшего мономера, этот метод можно применять в промышленности шире, чем полимеризацию с использованием растворителя [8], [9].

В работе J. H. Lee, M. H. Myung, M. J. Baek указывается, что в сфере производства дисплеев фотоотверждаемые акриловые полисульфидные адгезивы широко используются в качестве оптически прозрачного клея (ОСА) и служат для соединения всех слоев дисплея, таких как защитное стекло, сенсорная панель, поляризаторы и светоизлучающий слой. В последнее время на смену плоским дисплеям пришли гибкие, и от ОСА требуются не только способность фиксировать детали [11]. При использовании акриловых чувствительных к давлению клеев (СДК) в гибких дисплеях их прикрепляют к каждому слою устройства. Из-за высокого спроса на гибкие дисплеи в промышленности акриловые СДК должны обладать высокой гибкостью. В этом исследовании изучалось влияние плотности сшивки акриловых СДК на их адгезию и гибкость за счет добавления в структуру СДК диизоцианатного сшивающего агента. По мере увеличения содержания сшивающего агента измеренная прочность на отслаивание и липкость синтезированных полисульфонатов снижались, а максимальное значение напряжения сдвига при сдвиге внахлест увеличивалось. Кроме того, максимальное напряжение и деформация сдвига, определенные для сшитых полисульфонатов, снижались с увеличением концентрации сшивающего агента (хотя напряжение, измеренное при низких значениях деформации, сначала увеличивалось, пока содержание сшивающего агента не достигло 1 % по массе). Результаты испытаний на релаксацию напряжений показали, что при увеличении содержания сшивающего агента до 0,5 % по массе напряжение при заданных уровнях деформации возрастает, в то время как результаты испытаний на ползучестьвыяснилось, что измеренная деформация обратно пропорциональна степени упругого восстановления. Полученные данные свидетельствуют о том, что сшивка в целом улучшает свойства полисульфона для использования в гибких дисплеях, однако очень высокая плотность сшивки в основном негативно влияет на гибкость и адгезию полисульфона. [12]. Характеристики восстановления ОСА определяют его способность возвращаться в исходное состояние после

ISSN 3030-3907

снятия приложенного напряжения. Высокие характеристики восстановления играют важную роль в предотвращении провисания ОСА даже в условиях повторяющейся деформации, характерных для гибких дисплеев. Кроме того, свойства ОСА, связанные с релаксацией напряжений, помогают снизить нагрузку на дисплей. Релаксация напряжений происходит за счет движения молекул, разрыва и обмена связей. Низкие показатели релаксации не позволяют в достаточной мере снизить приложенное напряжение, а остаточное напряжение, которое не удается снять, приводит к таким дефектам собранного дисплея, как расслоение, коррозионное растрескивание под напряжением, растрескивание и снижение усталостной прочности. Таким образом, несмотря на важность улучшения характеристик контроля модуля упругости, восстановления и релаксации органических кремниевых соединений, используемых в гибких дисплеях, исследования в этой области не проводились.

В последнее время проводятся исследования, направленные на улучшение восстановительных свойств органических соединений кремния. Предполагается, что контроль над высокой молекулярной массой и плотностью сшивки улучшает восстановительные и адгезионные свойства органических соединений кремния [13]. Кроме того, в научном исследовании C. Piedrahita, V. Kusuma, H. B. Nulwala предпринимаются попытки контролировать восстановительные и релаксационные свойства органических соединений кремния путем смешивания и структурирования с эластомерами, которые обладают превосходной эластичностью. Однако эти исследования были сосредоточены только на свойствах восстановления или релаксации клея. Для определения взаимосвязи между модулем упругости и эластичностью клея необходимы дальнейшие исследования.

Акрилаты на основе этиленгликоля широко применяются в различных областях, где требуются улучшенные эластичные свойства, например в производстве электролитных мембран, нанотруб и гидрогелей, а также в медицине [14]. Однако об исследованиях применения полисульфонатов на основе этиленгликоля в производстве складных/гибких дисплеев ничего не известно.

В современных промышленных технологиях обеспечение прочной адгезии с материалами с низкой поверхностной энергией, такими как полиэтилен, полипропилен и политетрафторэтилен, является сложной задачей. В первую очередь это связано с присущей им химической инертностью и слабыми межфазными взаимодействиями. Чтобы решить эту проблему, в ходе исследования, учёными Y. Han, Z. Gong, R. Zhou был

ISSN 3030-3907

разработан новый чувствительный к давлению клей с взаимопроникающей сетчатой структурой (ВПС). Это было достигнуто путем синтеза олигомеров полиуретанового акрилата (ПУА) на основе линейного полиэтиленгликоля и их объединения с полиакрилатными чувствительными к давлению клеями (ПСК) для формирования структуры IPN. Путем регулирования содержания ПУА удалось оптимизировать вязкоупругие, механические, термические и адгезионные свойства системы ПСК-ПУА. Результаты показывают, что PSA-PUA20 обладает превосходными адгезионными свойствами при работе с полиэтиленовыми (ПЭ) подложками: прочность на отслаивание составляет 364,75 Н/м, а сила отрыва — 4,03 Н. По сравнению с полиакрилатными клеями, чувствительными к давлению (PSA), эти показатели выше на 240,25 % и 46,58 % соответственно. Дополнительные испытания на сдвиг подтвердили, что PSA-PUA20 обеспечивает циклическую адгезию к подложкам из политетрафторэтилена (ПТФЭ). Механистический анализ показал, что добавление полиуксусной кислоты изменяет поверхностную энергию клея, улучшая его способность растекаться по материалам с низкой поверхностной энергией. Кроме того, она усиливает водородные связи и ван-дер-ваальсовы силы между молекулярными цепочками, значительно повышая устойчивость к циклическому сдвигу и адгезию к подложкам с низкой поверхностной энергией. Кроме того, клей PSA-PUA обладает превосходной антиоксидантной и термической стабильностью, что делает его перспективным решением для создания высокоэффективных фотоэлектрических систем [15].

В ещё одной работе авторов I. Razquin, I. Hidalgo-Gallardo, H. Balda-Intxaurraga полиуретаны на основе неизоцианата с концевыми группами (метакрилата)акрила (NIPUA) были синтезированы методом трансуретанизации. Полученные преполимеры затем смешивали с акриловыми мономерами для получения УФ-отверждаемых гибридных уретановых/акриловых покрытий. Структурную характеристику преполимеров до отверждения проводили с использованием Фурье-преобразовательной инфракрасной спектроскопии (FTIR), протонного ядерного магнитного резонанса (1H NMR) и углеродного ядерного магнитного резонанса (13C NMR). Термические свойства оценивали с помощью дифференциальной сканирующей калориметрии (DSC) и термогравиметрического анализа (TGA). Реакцию отверждения анализировали с помощью фото-FTIR и фотокалориметрии «in situ», достигая высокой степени превращения в течение нескольких секунд. В отвержденных образцах включение NIPUA в акрилатную матрицу приводило к снижению

ISSN 3030-3907

температуры стеклования (Tg), обеспечивая повышенную гибкость. Все покрытия демонстрировали хорошую водо- и растворительную стойкость, а также хорошую адгезию к сосновой древесине. Твердость увеличивалась с увеличением содержания акрила в покрытиях. Результаты показывают, что смеси NIPUA/акрилата могут быть адаптированы в соответствии с требованиями конкретных областей применения покрытий, подчеркивая их потенциал в качестве более безопасных и экологически чистых альтернатив полиуретановым покрытиям на основе изоцианата.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Beili Pang, Chong-Min Ryu, Hyung-Il Kim, Effect of naphthyl curing agent having thermally stable structure on properties of UV-cured pressure sensitive adhesive, Journal of Industrial and Engineering Chemistry, Volume 20, Issue 5, 2014, Pages 3195-3200, ISSN 1226-086X, https://doi.org/10.1016/j.jiec.2013.11.065 .

2. S.-S. Baek, Seok-H. Hwang, Preparation of biomass-based transparent pressure sensitive adhesives for optically clear adhesive and their adhesion performance, European Polymer Journal, Volume 92, 2017, Pages 97-104, ISSN 0014-3057, https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2017.04.039.

3. J.-H. Lee, G.-S. Shim, J.-W. Park, H.-J. Kim, Y. Kim, Adhesion performance and recovery of acrylic pressure-sensitive adhesives thermally crosslinked with styrene–isoprene–styrene elastomer blends for flexible display applications, Journal of Industrial and Engineering Chemistry, Volume 78, 2019, Pages 461-467, ISSN 1226-086X, https://doi.org/10.1016/j.jiec.2019.05.019.

4. Seung-Suk Baek, Se-Jung Jang, Seok-Ho Hwang, Preparation and adhesion performance of transparent acrylic pressure sensitive adhesives: effects of substituent structure of acrylate monomer, International Journal of Adhesion and Adhesives, Volume 64, 2016, Pages 72-77, ISSN 0143-7496, https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2015.10.005.

5. Ch. Fang, Zh. Lin, Effect of propyleneimine external cross-linker on the properties of acrylate latex pressure sensitive adhesives, International Journal of Adhesion and Adhesives, Volume 61, 2015, Pages 1-7, ISSN 0143-7496, https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2015.04.009.

6. J. Zhong, H. J., Jiang Duan, H. Tu, A. Zhang, Coating morphology and surface composition of acrylic terpolymers with pendant catechol, OEG and perfluoroalkyl groups in varying ratio and the effect on protein adsorption, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, Volume 140, 2016, Pages 254-261, ISSN 0927-7765, https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2015.12.051

ISSN 3030-3907

7. Ю. Ван, Ф. Вэн, Дж. Ли, Л. Лай, В. Ю, С.Дж. Севертсон, В.Дж. Ван Влияние фазового разделения на свойства привитых акриловых клеев, чувствительных к давлению, с различными боковыми цепями из сополиэфиров ACS Omega, 3 (2018), стр. 6945-6954, 10.1021/acsomega.8b00737

8. Seung-Woo Lee, Ji-Won Park, Young-Eun Kwon, Soyon Kim, Hyun-Joong Kim, Eon-Ah Kim, Hang-Soo Woo, Jolanta Swiderska, Optical properties and UV-curing behaviors of optically clear semi-interpenetrated structured acrylic pressure sensitive adhesives, International Journal of Adhesion and Adhesives, Volume 38, 2012, Pages 5-10, ISSN 0143-7496, https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2012.04.002.

9. Cho-Hee Park, Seong-Ju Lee, Tae-Hyung Lee, Hyun-Joong Kim, Characterization of an acrylic polymer under hygrothermal aging as an optically clear adhesive for touch screen panels, International Journal of Adhesion and Adhesives, Volume 63, 2015, Pages 137-144, ISSN 0143-7496, https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2015.08.012

10. J. H. Lee, M. H. Myung, M. J. Baek, H.-S. Kim, D. W. Lee, Effects of monomer functionality on physical properties of 2-ethylhexyl acrylate based stretchable pressure sensitive adhesives, Polymer Testing, Volume 76, 2019, Pages 305-311, ISSN 0142-9418, https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2019.03.033.

11. S. Siengchin, J. Karger-Kocsis, Mechanical and stress relaxation behavior of Santoprene® thermoplastic elastomer/boehmite alumina nanocomposites produced by water-mediated and direct melt compounding, Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, Volume 41, Issue 6, 2010, Pages 768-773, ISSN 1359-835X, https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2010.02.009.

12. Jung-Hun Lee, Tae-Hyung Lee, Kyu-Sung Shim, Ji-Won Park, Hyun-Joong Kim, Youngdo Kim, Soyoun Jung, Effect of crosslinking density on adhesion performance and flexibility properties of acrylic pressure sensitive adhesives for flexible display applications, International Journal of Adhesion and Adhesives, Volume 74, 2017, Pages 137-143, ISSN 0143-7496, https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2017.01.005.

13. Дж. Ли, Т. Ли, К. Шим, Дж. Пак, Х. Ким, Ю. Ким Характеристики адгезии и восстановления силиконовых ПСА с платиновым катализатором при различных температурных условиях для гибких дисплеев Mater. Lett., 208 (2017), стр. 86-88, 10.1016/j.matlet.2017.05.042

14. C. Piedrahita, V. Kusuma, H. B. Nulwala, Th. Kyu, Highly conductive, flexible polymer electrolyte membrane based on poly(ethylene glycol) diacrylate-co-

ISSN 3030-3907

thiosiloxane network, Solid State Ionics, Volume 322, 2018, Pages 61-68, ISSN 0167-2738, https://doi.org/10.1016/j.ssi.2018.05.006.

15. Y. Han, Z. Gong, R. Zhou, W. Li, J. Shi, J. Hu, Enhanced adhesion to low-surface-energy substrates using polyurethane acrylate/polyacrylate interpenetrating network pressure-sensitive adhesives, Progress in Organic Coatings, Volume 206, 2025, 109376, ISSN 0300-9440, https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2025.109376.

16. I. Razquin, I. Hidalgo-Gallardo, H. Balda-Intxaurraga, L. Martin, I. Otaegi, L. Irusta, A. Gonzalez UV-curable non-isocyanate polyurethane/acrylate (NIPUA) hybrid coatings via transurethanization: A sustainable approach, Progress in Organic Coatings, Volume 214, 2026, 109989, ISSN 0300-9440, https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2026.109989.

ISSN 3030-3907