

УДК 621.792.053

Ю.С. Кочергін, д-р техн. наук, проф.,
В.С. Безгін

Донецький національний університет економіки
і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського,
м. Донецьк, Україна, e-mail: vsbezgin@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АСОРТИМЕНТУ ТЕРМОПЛАСТИЧНИХ КЛЕЙОВИХ КОМПОЗИЦІЙ З ПІДВИЩЕНИМИ СПОЖИВНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Yu.S. Kochergin, Dr. Sc. (Tehn.), Prof.,
V.S. Bezgin

Donetsk National University of Economics and Trade
after Mikhayilo Tugan-Baranovsky, Donetsk, Ukraine,
e-mail: vsbezgin@gmail.com

PROSPECTS OF DEVELOPMENT THERMOPLASTIC ADHESIVE COMPOSITION WITH IMPROVED CONSUMERS PROPERTIES

Мета. Мета роботи полягає у вивченні матеріалів для виробництва термопластичних клейових композицій, а також у пошуку нових клейових композицій з підвищеними споживними властивостями.

Методи. У ході дослідження були використані такі методи: описовий (аналіз літератури та збір даних) і експериментальний (перевірено характеристики міцності термопластичних клейових композицій, а саме міцність на розрив).

Результати. Досліджено асортимент клеїв-термопластів, визначено залежність адгезійної міцності від вмісту олігоєфіру 554-УП та смоли 563-УП у полігідроксієфірі.

Наукова новизна. Досліджено матеріал для виробництва клеїв-розплавів з підвищеними споживними властивостями, що має високу адгезійну міцність до металевих поверхонь. Модифіковано полігідроксієфіра олігоєфіром 554-УП і смолою 563-УП.

Практична значущість полягає в можливості використання клеїв-розплавів для склеювання металевих поверхонь і конструкцій. Можливість легкого видалення клейового шва в конструкціях, дозволяє застосовувати такі багаторазово.

Ключові слова: клеї-розплави, клейові композиційні матеріали, термопластичні полімери, полігідроксієфір.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Сфера застосування термопластичних полімерних композицій з кожним роком розширюється. Тенденції сучасного розвитку промисловості часто вимагають істотної модифікації представлених на ринку композитів, а іноді й синтезу принципово нових сполук. Остання обставина зазвичай пов'язана зі створенням нових технологій, виробництв, обладнань, що відрізняються від існуючих, що, звичай, спричиняє значне подорожчання одержуваних матеріалів і часто потребує тривалого часу від постановки завдання до створення матеріалу з необхідним комплексом технологічних та експлуатаційних властивостей. У зв'язку з цим розробка клейових композицій на основі вже синтезованих, але ще недостатньо апробованих високомолекулярних сполук є більш ефективним шляхом в економічному та екологіч-

ному плані. Великий інтерес з цієї точки зору становлять клеї-термопласти, або клеї-розплави, які можуть замінити як двокомпонентні полімерні клеї та герметики, так і клеї, що містять розчинник [1-7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розробці та вдосконаленню властивостей клеїв-розплавів присвячені роботи Ю.М. Гвоздьова, В.Т. Прохорова, О.А. Зерковського. Вони запропонували технологію склеювання з використанням клеїв на основі співполімеру етиленацетату, а також поліамідних композицій. Технологія так і не набула широкого застосування внаслідок малої адгезії до металевих поверхонь, дорогих складових компонентів і складності дотримання технологічних режимів.

Питанням пошуку нових складів для композицій клеїв-розплавів і вдосконалення існуючих займалися такі учені, як: Г.В. Козлов, А.М. Абаєв, Д.А. Бєєв. Їх роботи присвячені вивченню технології застосування та вдосконалення альтернативних клеїв-розплавів на основі полігідроксієфіру.

Метою статті є вивчення матеріалів для виробництва термопластичних клейових композицій і пошук нових клейових композицій з підвищеними споживними властивостями.

Виклад основного матеріалу дослідження. Клеї-термопласти відрізняються від інших видів клеїв низкою специфічних властивостей і переваг, таких як відсутність органічних розчинників у їх складі, нешкідливість для робітників, простота технології застосування, висока швидкість склеювання, економічність, екологічна безпека. Клеями-розплавами прийнято називати термопласти, що переходять у в'язкоплинний стан під час нагрівання та знову твердіють за умови охолодження. Уперше клеї-розплави було застосовано на початку 50-х років, і з кожним роком їх виробництво в усьому світі постійно збільшується. Їх застосування дозволяє досягти високих швидкостей масового виробництва. Також клеї-розплави добре вписалися і в дрібносерійне виробництво, де вони істотно скорочують терміни випуску продукції та знижують трудомісткість.

Розглянемо докладно асортимент клеїв-термопластів, а також їх основні особливості. Сьогодні на українському ринку найбільш широко представлені такі види клеїв-розплавів: поліамідні, поліолефінові, полієфірні, поліуретанові та на основі півполімеру етиленвінілацетату.

До поліамідних (ПА) клеїв-розплавів відносяться синтетичні термопластичні матеріали, лінійні полімери, які є зазвичай нейтральними і хімічно не реакційноспроможними твердими продуктами. ПА-клеї – це тверді продукти, що мають температуру плавлення в інтервалі 100-190 °С, що виготовляються у вигляді плиток, гранул, кубиків, плівок, прутків, кульок. Життєздатність ПА твердих клеїв необмежена, якщо в процесі склеювання підтримується температура, близька до їх температурі плавлення. Нанесення розплавленого клею та склеювання зазвичай роблять протягом декількох секунд; час складання не обмежується, якщо смола постійно перебуває в потрібному температурному режимі. Тверді клеї зазвичай наносять за допомогою обладнання для гарячих розплавів, що дозволяє здійснювати швидке складання. Без модифікації спеціальними добавками вони мають досить вузький інтервал температур склеювання. ПА-клеї є жорсткими матеріалами з високою когезійною міцністю та мають досить гар-

ну адгезію (7,7 МПа при 20 °С) [3]. Висока міцність за умови розтягування та гарне подовження зберігаються після витримки протягом деякого часу при підвищених температурах. Ще однією перевагою ПА-клею є його працездатність при низьких температурах (нижче -50 °С). Такі клеї володіють помірною стійкістю до води, рослинних і мінеральних олій, мастил, але не є стійкими до спиртів, вуглеводнів, кетонів, сильних кислот і лугів. Застосовують ПА-клеї для швидкого складання виробів у тих випадках, коли потрібна висока продуктивність, наприклад: у взуттєвій промисловості для склеювання елементів взуття; в автомобільній промисловості для склеювання металевих вузлів, радіаторів, в електротехнічній промисловості для ізоляції котушок; у поліграфії для склеювання алюмінієвих сплавів зі свинцем і виготовлення шовкових сит, призначених для просіювання фарб; у паперовій та пакувальній промисловості для виробництва багатошарових виробів з паперу, металевої фольги, пластмас і тканин, а також для герметизації пакувальних коробок та ящиків і як вологостійкі покриття картону; для конструкційного склеювання деревини, пробки, металів, полімерних плівок, кераміки і текстильних матеріалів.

Поліолефінові (ПО) термклеї або клеї на їх основі використовуються в тих випадках, коли склеєні вироби піддаються впливам високої або низької температури. Вони більш хімічно стійкі, ніж етиленвінілацетатні, і тому часто застосовуються під час складальних операцій в автомобільній, пакувальній, електропобутових сферах промисловості. ПО-клеї підходять також для матеріалів, що містять натуральні або синтетичні смоли, такі як: тверді породи дерева, шкіра, ПВХ, фольга, легкі метали.

Поліуретанові (ПУ) клеї характеризуються високою клеєздатністю та забезпеченням надійного кріплення багатьох матеріалів з полімерними покриттями, до яких інші клеї-розплави мають малу адгезію. Це й зумовило їх використання для склеювання ПВХ, алюмінієвих, а також деревних профілів, ПП, декоративних паперових плівок. Полімери для таких клеїв-розплавів мають забезпечувати високу адгезію, достатню когезійну міцність полімерної плівки, гнучкість і еластичність клейової плівки, низьку в'язкість клею в розплавленому стані. Життєздатність ПУ-клею коливається від 5 до 20 сек. Через швидке затвердіння розплаву на холодній поверхні деталі ПУ-клей не проникає глибоко в пори матеріалу, внаслідок чого це не завжди забезпечує високу міцність склеювання.

Клеї-розплави на основі співполімеру етилен вінілацетату (СЕВА) добре сумісні з низкою природних і синтетичних матеріалів, які використовуються в рецептурах клеїв-розплавів, а також є доступною сировиною порівняно з іншими термопластичними адгезивами. Усе це обумовлює їх застосування у взуттєвій, поліграфічній та меблевій промисловості. Клеї-розплави на основі СЕВА можуть мати значну кількість різних добавок, які вводяться для регулювання адгезійних і механічних властивостей клейових плівок, в'язкості клеїв.

Для підвищення адгезійних характеристик у СЕВА вводять каніфоль у кількості 35-45 мас.ч. та нафтополімерні смоли. Вміст різних компонентів може змінюватись залежно від призначення клею-розплаву.

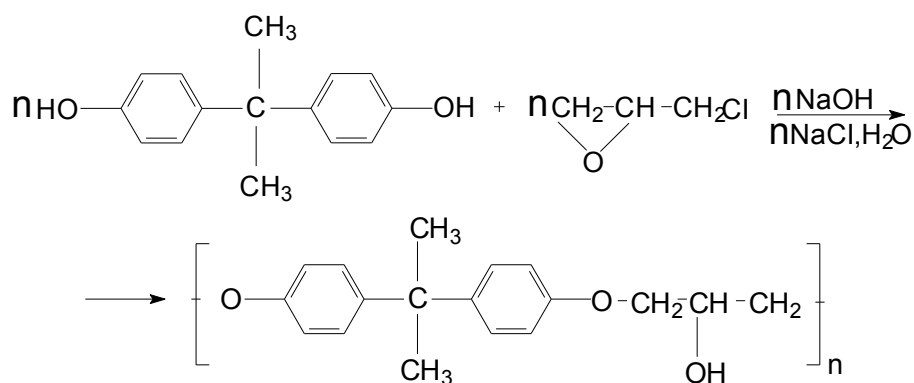
Поліефірні клеї-розплави застосовуються в шкіряній, взуттєвій та меблевій галузях, де важливим є отримання міцних і стійких до повзучості клейових з'єднань, тому що в напруженому стані вони піддаються впливу механічних навантажень, вологи та високої температури. Порівняно з поліамідними поліефірні клеї-розплави утворюють більш міцні, але менш еластичні клейові з'єднання. Пояснюється це високою швидкістю кристалізації поліефіру, яка визначає швидкість затвердіння клею-розплаву (зі збільшенням швидкості кристалізації збільшується крихкість клею і клейових з'єднань). Для отримання еластичного клею-розплаву з високою швидкістю затвердіння в поліефір, що повільно полімеризується, вводять речовини, які відіграють роль зародків кристалізації. Великий інтерес становлять полігідроксіефіри на основі дифенілолпропану з молекулярною масою, рівною 10-30 тис. мол.

Однак клеї-розплави, що випускаються вітчизняними виробниками, мають більш низьку міцність адгезійного з'єднання, порівняно з широко представленими на ринку термореактивними клеями [1-6; 8-10], зокрема епоксидними [11-16]. Тому розробка клеїв-розплавів на основі нових термопластичних полімерів, що дозволяють істотно поліпшити адгезійні та механічні властивості, є дуже актуальним завданням.

У цьому плані великий інтерес становлять полігідроксіефіри (ПГЕ) на основі дифенілолпропану [17; 18]. Наявність у структурі молекули такого ПГЕ деякої кількості епоксидних груп ($\sim 0,4\%$) дозволяє розраховувати на високу адгезію до різних субстратів, а досить великий вміст ароматичних кілець – на високу теплостійкість і опір розвитку деформації повзучості під дією прикладеного навантаження.

У зв'язку з вищевикладеним метою роботи є розробка складів клеїв-розплавів з поліпшеними фізико-механічними й адгезійними властивостями на основі ПГЕ.

Як ПГЕ було використано продукт «Діапласт» марки А (ТУ 6-05-241-457-85) з динамічною в'язкістю $0,5 \text{ Па}\cdot\text{с}$ ($0,2 \text{ г}$ «Діапласту» на 100 мл диметилформаміду), який отримували шляхом прямої взаємодії епіхлоргідрину (ЕХГ) і бісфенолу А за схемою:



Реакцію поліконденсації ЕХГ і бісфенолу А проводили за наявності лужного каталізатора. Для того щоб знизити вплив лугу на обрив ланцюга, було відпрацьовано методику синтезу ПГЕ у водно-органічному середовищі, в якій

низькомолекулярні речовини утворюють розчини, потім емульсії, а якщо молекулярні маси є більш високими, олігомери випадають в осад. Реакція триває в масі, куди доступ молекул лугу обмежений, і можливість обриву ланцюга знижується, тому відбувається зростання полімерної молекули. Наявність органічних розчинників у реакційному середовищі дає більш вузький молекулярно-масовий розподіл.

Як модифікуючі добавки були обрані олігоефір УП-554, що являє собою олігодіетиленглікольсебацинат, і епоксидна смола УП-563 продукт взаємодії олігоефіру УП-554 з епоксидіановою смолою ЕД-20 [19; 20].

Компоненти змішували при температурах 150-180 °С.

Адгезійну міцність за умови відриву клейових з'єднань визначали на сталевих зразках (Ст. 3) відповідно до ГОСТу 14760-69 «Метод визначення міцності при відриві».

Як видно з рисунка 1, концентраційна залежність адгезійної міцності в разі відриву ($\sigma_{\text{відр.}}$) для сумішей ПГЕ з модифікаторами має екстремальний характер. При цьому для суміші, що містить УП-554, $\sigma_{\text{розр.}}$ швидко зростає зі збільшенням вмісту модифікатора (С), досягаючи максимального значення 13 МПа при $C = 67$ ч. мас., після чого досить швидко знижується.

За наявності смоли УП-563 зростання розриву відбувається в більш широкому інтервалі концентрацій (від 55 до 167 ч. мас. на 100 ч. мас. «Діапласту») з досягненням максимальної величини 16 МПа, після чого адгезійна міцність дуже швидко знижується.

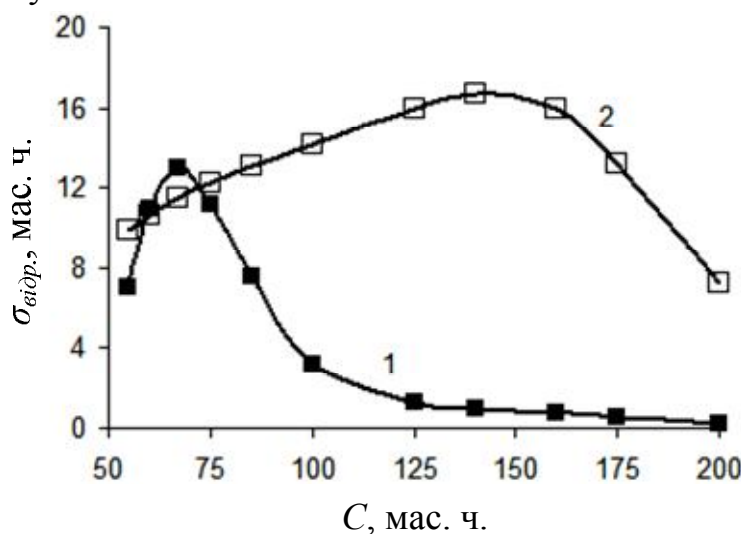


Рисунок 1 – Залежність адгезійної міцності від вмісту олігоефіру УП-554 (1) і смоли УП-563 (2) в Діапласте. Склеюваний матеріал – сталь Ст. 3

Висновки

Таким чином, результати проведеного дослідження свідчать, що полігідроксіефіри можуть бути використані як полімерна основа для отримання клеїв-розплавів, що забезпечують підвищені адгезійні властивості за умови склеювання металевих поверхонь і мають підвищені споживні властивості. Встановлено мож-

ливість поліпшення характеристик міцності та здешевлення вартості кінцевого продукту за допомогою модифікуючих добавок олігоефіру УП-554 і смоли УП-563.

Перспективами подальших досліджень у даному напрямі є модифікація полігідроксіефіру рядом наповнювачів та пластифікаторів. Також отримання термопластичного клею за допомоги розчинників, та вивчення їх характеристик. Перспективним є також дослідження оптичних характеристик отриманих термопластів.

Список літератури / References:

1. Кардашов Д.А. Полимерные клеи. Создание и применение / Д.А. Кардашов, А.П. Петрова. – М.: Химия, 1983. – 256 с.
Kardashov, D.A. and Petrova, A.P. (1983), *Polimernyye klei. Sozdaniye i primeneniye* [Polymer adhesives. Create and apply], Khimiya, Moscow, Russia, 256 p.
2. Петрова А.П. Клеи: справочник / А.П. Петрова; под ред. Е.Н. Каблова и С.В. Резниченко. – М.: Каучук и резина, 2002. – 196 с.
Petrova, A.P. (2002), *Klei* [Adhesives], Ed. by Kablov, Ye.N. and Reznichenko, S.V., ZAT “Redaktsiya zhurnala «Kauchuk i rezina»”, Moscow, Russia, 196 p.
3. Шилдз Дж. Клеющие материалы: справочник / Дж. Шилдз; под ред. В.П. Батизата; пер с англ. – М.: Машиностроение, 1980. – 368 с.
Shields, J. (1980), *Kleyushchiye materialy* [Adhesives], Ed. by Batizat, V.P., Translated from engl., Mashinostroyeniye, Moscow, Russia, 368 p.
4. Хрулев В.М. Технология и свойства композитных материалов для строительства / В.М. Хрулев. – Уфа: ТАУ, 2001. – 164 с.
Khrulev, V.M. (2001), *Tekhnologiya i sredstva kompozitnykh materialov dlia stroitelstva* [Technology and properties of composite materials for construction], TAU, Ufa, Russia, 164 p.
5. Микульский В.Г. Строительные материалы (материаловедение): учеб. пособие / В.Г. Микульский, Г.И. Горчаков, В.В. Козлов. – М.: Ассоциация строительных вузов, 2004. – 536 с.
Mikulskiy, V.G., Gorchakov, G.I. and Kozlov, V.V. (2004), *Stroitelnyye materialy (materialovedeniye)* [Building materials (Materials)], tutorial, Assotsiatsiya stroitelnykh vuzov, Moscow, Russia, 536 p.
6. Аниховская Л.И. Развитие клеев и технологии склеивания в авиастроительстве / Л.И. Аниховская, А.П. Петрова, Н.Ф. Лукина // Клеи. Герметики. Технологии. – 2004. – № 1. – С. 7-12.
Anikhovskaya, L.I., Petrova, A.P. and Lukina, N.F. (2004), “The development of adhesives and bonding technology in aircraft”, *Klei. Germetiki. Tekhnologii*, no. 1, pp. 7-12.
7. Антонова-Антипова И.П. Химия и физика высокомолекулярных соединений / И.П. Антонова-Антипова, И.А. Ильина. – М.: МГУ, 2008. – 149 с.
Antonova-Antipova, I.P. and Ilina, I.A. (2008), *Khimiya i fizika vysokomolekulyarnykh soyedineniy* [Chemistry and physics of high-molecular compounds], MGU, Moscow, Russia, 149 p.
8. Мудров О.А. Справочник по эластомерным покрытиям и герметикам в судостроительстве / О.А. Мудров, И.М. Савченко, В.С. Шитов. – Л.: Судостроительство, 1982. – 184 с.

- Mudrov, O.A., Savchenko, I.M. and Shitov, V.S. (1982), *Spravochnik po elastomernym pokrytiyam i germetikam v sudostroitelstve* [Handbook of elastomeric coatings and sealants in shipbuilding], Sudostroitelstvo, Leningrad, USSR, 184 p.
9. Еселев А.Д. Выставки, конференции, курсы / А.Д. Еселев, В.Ф. Строганов // Клеи. Герметики. Технологии. – 2009. – № 10. – С. 33-43.
Eselev, A.D. and Stroganov, V.F. (2009), “Exhibitions, conferences, courses”, *Klei. Germetiki. Tekhnologii*, no. 10, pp. 33-37.
10. Мінкін В.С. Будівельні герметики на основі рідких тіоколів / В.С. Мінкін, Ю.М. Хакімуллін // Полімери в будівництві: матеріали третіх воскресенських читань. – К.: Бутилеровського повідомлення, 2009. – С. 115-117.
Minkin, V.S. and Khakimullin, Yu.M. (2009), “Construction sealants based on liquid thiokols”, Proc. of the Third Resurrection readings “*Polymers in Construction*”, Kazan, Vyd-vo “Butlerovskoho povidomlennia”, pp. 115-117.
11. Склеивание в машиностроительстве: справочник / Под ред. Г.В. Мальцевой. – М.: Наука и технологии, 2005. – 544 с.
Skleivaniye v mashinostroitelstve [Bonding in engineering] (2005), Ed. by Maltsev, G.V., Nauka i tekhnologii, Moscow, Russia, 544 p.
12. Кочергін Ю.С. Історична довідка про Український науково-дослідний інститут пластичних мас / Ю.С. Кочергін // Пластичні маси. – 2004. – № 6. – С. 45-46.
Kochergin, Yu.S. (2004), “Historical information about the Ukrainian Scientific-Research Institute of Plastics”, *Plastychni masy*, no. 6, pp. 45-46.
13. Чернин И.З. Эпоксидные полимеры и композиции / И.З. Чернин, Ф.М. Сметхов, Ю.В. Жердев. – М.: Химия, 1982. – 230 с.
Chernin, I.Z., Smekhov, F.M. and Zherdev, Yu.V. (1982), *Epoksidnyye polimery i kompositsii* [Epoxy resins and compositions], Khimiya, Moscow, Russia, 230 p.
14. Кочергін Ю.С. Епоксидні клеї: властивості та досвід застосування / Ю.С. Кочергін, Т.І. Григоренко. В.В. Шологон // Сучасні будівельні матеріали. – 2006. – Вип. 5(61). – С. 161-169.
Kochergin, Yu.S., Grigorenko, T.I. and Shologon, V.V. (2006), “Epoxy adhesives: the properties and application experience”, *Suchasni budivelni materialy*, Issue 5 (61), pp. 161-169.
15. Kochergin, Yu.S. Special Purpose Epoxy Adhesives / Yu.S. Kochergin, T.A. Kulik, T.I. Grigorenko // Polymer Sci. Ser. C. – 2007. – Vol. 49, №1. – P. 17-21.
Kochergin, Yu.S., Kulik, T.A. and Grigorenko, T.I. (2007), Special-Purpose Epoxy Adhesives, Polymer Sci.-Ser.C, Vol. 49, no. 1, pp. 17-21.
16. Епоксидні олігомери і клейові композиції / Ю.С. Зайцев, Ю.С. Кочергін, М.К. Пактер, Р.В. Кучер. – К.: Наук. думка, 1990. – 200 с.
Zaitsev, Yu.S., Kochergin, Yu.S., Pakter, M.K. and Kucher, R.V. (1990), *Epoksydni olihomery i kleyovi kompozytsii* [The epoxy oligomers and adhesive compositions], Naukova dumka, Kiev, Ukraine, 200 p.
17. Беев Д.А. Синтез матричных полимеров / Д.А. Беев, С.Г. Ештрекова, Н.И. Самойлик // Медицинская экология: сб. ст. IX Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 2010. – С.10-12.

- Beyev, D.A., Yeshtrekova, S.G., Samoylyk, N.I. (2010), *Sintez matrichnykh polimerov* [The synthesis of matrix polymers], *Meditinskaya ekologiya*, Collected articles of 9 th Int. Sci.-pract. Conf., Penza, pp. 10-12.
18. Микитаев, А.К. Полигидроксифиры: синтез и свойства / А.К. Микитаев, Н.М. Козирева, Д.А. Нагаева // Поликонденсаторные процессы и полимеры. – М.: Нальчик, 1987. – С. 87-95.
Mikitayev, A.K., Kozyreva, N.M. and Nagayeva, D.A. (1987), “Polyhydroxiether, synthesis and properties”, in *Polikondensatornyye protsessy i polimery*, Moscow, Nalchik, pp. 87-95.
19. Епоксидні смоли та полімерні матеріали на їх основі: каталог НІТЕХІМ. – Черкаси, 1989. – 56 с.
Epoksydni smoly ta polimerni materialy na ikh osnovi: katalog NIITEKhim [Epoxy resins and polymeric materials based on them: NSI catalog] (1989), Cherkasy, Ukraine, 56 p
20. Епоксидні смоли та полімерні матеріали на їх основі: доповнення до каталогу НІТЕХІМ. – Черкаси, 1991. – 16 с.
Epoksydni smoly ta polimerni materialy na ikh osnovi: dopovnennia do katalogu NIITEKhim [Epoxy resins and polymeric materials based on them. NSI addition to the catalog] (1991), Cherkasy, Ukraine, 16 p.

Цель. Цель работы заключается в изучении материалов для производства клеевых композиций термопласта, а также в поиске новых клеевых композиций с повышенными потребительскими свойствами.

Методы. При проведении исследований были использованы такие методы: описательный – анализ литературы и сбор данных; экспериментальный – проверены характеристики прочности клеевых композиций термопласта, а именно прочность на разрыв.

Результаты. Исследован ассортимент клеев-термопластов; найдена зависимость адгезионной прочности от содержания олигоэфира УП-554 и смолы УП-563 в полигидроксифире.

Научная новизна. Исследован материал для производства клеев-расплавов с повышенными потребительскими свойствами, который имеет высокую адгезионную прочность к металлическим поверхностям. Проведена модификация полигидроксифира олигоэфиром УП-554 и смолой УП-563.

Практическая значимость заключается в возможности использования клеев-расплавов для склеивания металлических поверхностей и конструкций и легкого удаления клеевого шва в конструкциях, что позволяет применять их многократно.

Ключевые слова: клеи-расплавы, клеевые композиционные материалы, полимеры термопласта, полигидроксифир.

Objective. The aim is to study the materials for the production of thermoplastic adhesive compositions, as well as looking for new adhesive compositions with improved consumer properties.

Methods. When studies were used such methods: Descriptive, whereby was produced literature analysis and data collection, and the pilot by which the strength characteristics were checked thermoplastic adhesive compositions, namely tensile strength.

Results. Investigated range of thermoplastics, adhesives, adhesive strength, the dependence on the content of diglycidyl ether oligoester UP-554 and UP-563 resins.

Scientific novelty. Found an alternative material for the production of hot melt adhesives with improved consumer properties having high adhesion to metal surfaces. Modification made diglycidyl ether UP-554 and UP-563 oligo-resins.

Practical value is the ability to use hot melt adhesives for bonding metallic surfaces and structures. The ability to easily remove the adhesive joint in the construction, which allows to use them multiple times.

Key words: hot melt adhesives, adhesive composite materials, thermoplastic polymers, diglycidyl ether.

Рекомендовано до публікації д-ром хім. наук,
проф. Богзою Сергієм Леонідовичем.

Дата надходження рукопису 04.06.2013 р.