

Метод химической модификации эпоксидных композиций

А. В. Кузнецов, В. В. Петров

Военный институт (инженерно-технический) Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулёва, г. Санкт-Петербург

Аннотация: В статье представлены теоретические исследования влияния различных пластификаторов на механические свойства эпоксидных композиций, на основании этого был выбран метод пластификации эпоксидного полимера ЭД-22 с помощью введения модифицированной эпоксидной смолы УП-563, отличающийся от ранее используемых модифицированных композиций для ремонта автомобильной техники в полевых условиях своей простотой доступностью модификации в полевых условиях и как обеспечивающие наиболее широкий спектр изменения свойств эпоксидной композиции для применения в полевых условиях. Научная новизна заключается в обосновании создания новой ремонтной композиции состоящей из эпоксидно-диановой смолы ЭД-22 модифицированной лапроксилом УП-563 для ремонта корпусных и емкостных деталей автомобильной техники в полевых условиях, обладающую повышенной вибростойкостью, морозостойкостью и удара прочностью.

Ключевые слова: эпоксидная композиция, эпоксидная смола, восстановление, автомобильная техника, корпусная деталь, химическая модификация, олигомер, полимер.

Ремонт машин обусловлен экономическими соображениями и связан с использованием различных материалов, которые определили многочисленные способы восстановления деталей (Наставление по автомобильной службе в Советской Армии и Военно-Морском Флоте) [1, 2]. Применение эпоксидных композиций при ремонте машин в полевых условиях является одним из перспективных способов восстановления автомобилей. Необходимость создания высококачественных новых и модификации существующих эпоксидных композиций, исследований условий работы адгезионных соединений, методов расчета и оптимизации ремонтных композиций, обусловлена разнообразными условиями применения и эксплуатации адгезивных материалов, растущими требованиями к прочности и долговечности соединений на их основе, стойкостью к воздействию агрессивных сред и изменению температур [3].

Анализ показывает, что особенностью применения эпоксидных композиций в ремонтной практике является то, что приходится

восстанавливать уже готовые сконструированные детали [4]. В этом случае накладывается ограничение на использование наиболее эффективных соединений. Если в машиностроении конструктор, проектируя изделие, может использовать наиболее удачные типы соединений на основе существующих эпоксидных композиций, при восстановлении автомобильной техники необходимо иметь клеевые композиции со свойствами, обеспечивающими надежный ремонт деталей машин.

Именно поэтому необходимы методы теоретических исследований и практических испытаний клеевых соединений, позволяющие достоверно оценить свойства разрабатываемого адгезивного материала и соединения.

Проведенный анализ применения эпоксидных смол показывает, что нельзя считать их универсальными полимерами, не нуждающимися в улучшении технологических и эксплуатационных показателей [5]. Эпоксидные композиции являются хорошо химически совместимы со многими типами полярных органических веществ, хорошее смачивание поверхностей разных наполнителей и субстратов и хорошая адгезия к ним, что дает нам большие возможности рецептурной модификации.

От химического строения зависит межмолекулярное взаимодействие (ван-дер-ваальсовы, водородные, донорно-акцепторные связи), влияющее на основные технические свойства стеклообразных эпоксидных полимеров.

Основной способ варьирования химическим строением эпоксидного полимера состоит в изменении такового у исходного олигомера и его отвердителя. На этом основана химическая модификация, практические возможности которой очень велики, так как десятки видов эпоксидных смол и (ещё больше) отвердителей, выпускающихся в промышленном масштабе, позволяют создавать огромное число их сочетаний.

Химическая модификация олигомерных композиций имеет конечной целью получение полимерного материала с комплексом заданных свойств и может осуществляться различными способами [6].

Основным направлением химической модификации олигомерных композиций, применяемых при восстановлении автомобильной техники в полевых условиях, является решение комплексной задачи обеспечения возможности отверждения адгезивных материалов как при положительных, так и при отрицательных температурах; повышение скорости их отверждения и получения высокопрочных клеевых соединений, обладающих достаточной деформационной способностью, ударной вязкостью и когезионной прочностью [7,8].

Решение данной задачи может быть найдено в снижении хрупкости эпоксидных композиций, повышении эластичности клеевого шва за счет введения в эпоксидный олигомер - эластомера, способного обеспечить требуемые свойства композиции [9].

Для придания традиционным эпоксидным смолам большей трещиностойкости в их состав часто вводят флексибилизаторы, среди которых особый интерес представляют «гибридные» эпоксидные смолы УП-563, УП-599 и УП-680 [10]. Установлено что продукты отверждения эпоксидных смол УП-563 и УП-599 характеризуются высокими значениями тангенса угла механических потерь при температурах от 235 до 288 К, с минимумом диспансии энергии при 248 К. Однако они отличаются низкими когезионными и адгезионными свойствами. В результате исследований [11, 12] взаимодействия смол УП-599 и ЭД-20 удалось получить состав, обладающий высокой прочностью и широким диапазоном вибродемпфирования. С увеличением содержания эпоксидно-диановой смолы максимум эластичности смещается в сторону более высоких температур, а ширина релаксационного перехода увеличивается. Введение в



композицию УП-563 приводит к изменению молекулярной топологической структуры полимера [13], в результате чего он обладает повышенной морозостойкостью и ударной вязкостью [14].

Данный метод модификации можно считать одним из перспективных, так как варьируя количество пластификатора и наполнителя появляется возможность создавать эпоксидные композиции с широким интервалом свойств с различными необходимыми свойствами в полевых условиях в зависимости от типа восстанавливаемой детали или соединения.



Рис. 1 – Структурная схема метода химической модификации эпоксидных композиций

Структурная схема метода химической модификации эпоксидных композиций представлена на рисунке 1.

По результатам проведённых теоретических исследований влияния различных пластификаторов на механические свойства эпоксидных композиций, был выбран метод пластификации эпоксидного полимера ЭД-22

с помощью введения модифицированной эпоксидной смолы УП-563, отличающийся от ранее используемых модифицированных композиций для ремонта автомобильной техники в полевых условиях своей простотой доступностью модификации в полевых условиях и как обеспечивающие наиболее широкий спектр изменения свойств эпоксидной композиции для применения в полевых условиях. Преимуществом предлагаемой ремонтной композиции, состоящей из эпоксидно-диановой смолы ЭД-22, модифицированной лапроксилом УП-563 для ремонта корпусных и емкостных деталей автомобильной техники в полевых условиях является то, что она обладает повышенной вибростойкостью, морозостойкостью и удара прочностью.

Литература

1. Мотовилин Г.В. Исследование свойств клеевых композиций для ремонта автотракторной техники в полевых условиях. Дисс. ... кандидата технических наук. – Л., ВАТТ, 1965, 123 с.
 2. Мотовилин Г.В. и др. Восстановление автомобильных деталей олигомерными материалами. – М.: Транспорт, 1974, 179 с.
 3. Клеи специального назначения. - Л.: ЛДНТП, 1982, 92 с.
 4. Вакуненко В.А., Ершов Г.А., Петров В.В., Плоцкий П.В. К вопросу о снижении стоимости строительства хранилищ теплоаккумулирующего вещества за счёт использования холодильного потенциала сжиженного природного газа // Инженерный вестник Дона, 2018, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4851
 5. Дерлугян Ф.П., Щербаков И.Н. Обоснование процесса получения композиционных антифрикционных самосмазывающихся материалов с заданными техническими характеристиками методом химического наноконструирования // Инженерный вестник Дона, 2010, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2010/287
-

6. Кузнецов А.В., Буренёв М.Л., Яценко А.С. Способы химической модификации эпоксидных олигомеров // Междисциплинарность науки как фактор инновационного развития. Сб. науч. ст. Междунар. научно-практ. конф. – Уфа. 2018. С. 79-81.
 7. Кузнецов А.В., Жуков Л.В. Восстановление автомобильной техники адгезивными материалами // Современный взгляд на будущее науки: Сб. науч. ст. Междунар. научно-практ. конф. – Уфа. 2017. С. 49-51.
 8. Буренев М.Л. Восстановление деталей автомобильной техники эпоксидными адгезивными материалами. Дисс. ... кандидата технических наук – Л.: ВАТТ, 1994, - 279 с.
 9. Кузнецов А.В. Пути восстановления повреждённых корпусных деталей автомобильной техники с использованием клеевых олигомерных композиций // Вопросы современных научных исследований. Журнал «Вестник современных исследований». Выпуск № 1-3 (28) (январь, 2019). Омск: Научный центр «Орка» (с.110-112).
 10. Полимерные материалы на основе эпоксидных смол, фенольных и других олигомеров. Получение, свойства, применение: Сборник научных трудов УкроегосНИИпластмас. Донецк: ООО фирма «Друк-ИНФО», 2004 г. – 134с.
 11. Karchevsky V., Figovsky O., Romm F. Polymeric composition having self- extinguishing properties. US Patent Demand N. 035/99 USA, positive decision (grant) of 10.9.01.
 12. Figovsky O., Beilin D., Leykin A. Advanced patented protective nanomaterials and coatings, International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy, v.10, N1, 2013, pp.102-109
 13. Розенберг Б.А. Связующие для композиционных материалов. Журнал ВХО им. Менделеева Д.И., 1978, № 3, с.272-284.
-

14. Справочник по пластическим массам / Под. ред. Катаева В.М. и др. - М.: Химия, 1975, с. 567.

References

1. Motovilin G.V. Issledovanie svoystv kleevykh kompozitsiy dlya remonta avtotraktorной tekhniki v polevykh usloviyakh. [The study of the properties of adhesive compositions for the repair of automotive machinery in the field.]. L., VATT, 1965, 123 p.

2. Motovilin G.V. i dr. Vosstanovlenie avtomobil'nykh detaley oligomernymi materialami [Restoration of automotive parts with oligomeric materials] M., Transport, 1974, 179 p.

3. Klei spetsial'nogo naznacheniya [Special purpose adhesives] L., LDNTP, 1982, 92 p.

4. Vakunenkov V.A., Ershov G.A., Petrov V.V., Plotskiy P.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2018/4851.

5. Derlugyan F.P., Shcherbakov I.N. Inzhenernyj vestnik Dona, 2010, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2010/287.

6. Kuznetsov A.V., Burenev M.L., Yashchenko A.S. Mezhdistsiplinarnost' nauki kak faktor innovatsionnogo razvitiya. Sb. nauch. st. Mezhdunar. nauchno-prakt. konf. Ufa, 2018, pp. 79-81.

7. Kuznetsov A.V., Zhukov L.V. Sovremennyy vzglyad na budushchee nauki: Sb. nauch. st. Mezhdunar. nauchno-prakt. konf. Ufa, 2017, pp. 49-51.

8. Burenev M.L. Vosstanovlenie detaley avtomobil'noy tekhniki epoksidnymi adgezivnymi materialami [Restoration of automotive parts with epoxy adhesive materials] Diss. ... kandidata tekhnicheskikh nauk L.: VATT, 1994, 279 p.



9. Kuznetsov A.V. Voprosy sovremennykh nauchnykh issledovaniy. Zhurnal «Vestnik sovremennykh issledovaniy». Vypusk № 1-3 (28) (yanvar', 2019). Omsk: Nauchnyy tsentr «Orka» pp. 110-112.

10. Sbornik nauchnykh trudov UkrogosNIIplastmas. Donetsk: OOO firma «Druk-INFO», 2004, 134 p.

11. Karchevsky V., Figovsky O., Romm F. Polymeric composition having self- extinguishing properties. US Patent Demand N. 035/99 USA, positive decision (grant) of 10.9.01.

12. Figovsky O., Beilin D., Leykin A. International Letters of Chemistry, Physics and Astronomy, v.10, N1, 2013, pp. 102-109.

13. Rozenberg B.A. Zhurnal VKhO im. Mendeleeva D.I., 1978, № 3, pp. 272-284.

14. Spravochnik po plasticheskim massam [Handbook of plastics] Pod. red. Kataeva V.M. i dr. M., Khimiya, 1975, pp. 567.