

5. Калекин, В.С. Теоретические основы энерго-и ресурсосбережения в химической технологии / В.С. Калекин. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2006. – 92 с.
6. Лейтес, И.Л. Теория и практика химической энерготехнологии / М.Х. Сосна, В.П. Семёнов. – М.: Химия, 1988. – 238 с.
7. Сажин, Б.С. Эксергетический метод в химической технологии / Б.С. Сажин, А.П. Булеков. – М.: Химия, 1992. – 208 с.
8. Сборник задач по технической термодинамике : учеб. пособие для вузов / Т.Н. Андрианова [и др.]. – М.: Энергоиздат, 1981. – 240 с.
9. Степанов, В.С. Анализ энергетического совершенства технологических процессов / В.С. Степанов. – Новосибирск: Изд-во «Наука», 1984. – 274 с.
10. Утилизация низкопотенциальных тепловых вторичных ресурсов на химических предприятиях : производственное издание / В.Г. Григоров [и др.]. – М.: Химия, 1987. – 239 с.
11. Энергоэкономические аспекты химико-технологических систем : учеб. пособие / С.Н. Михайлов [и др.]. – Казань, КГТУ, 2000. – 114 с.

УДК 687.157:677.027.65:687.023.001.5

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ОБРАЗОВАНИЯ КЛЕЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОСНОВЕ САМОКЛЕЯЩЕГОСЯ ПЛЕНОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Метелева О.В., проф., Бондаренко Л.И., доц., Ташев В.В., маг.

*Ивановский государственный политехнический университет,
г. Иваново, Российская Федерация*

Ключевые слова: *клеевой материал, текстильные материалы, межмолекулярное взаимодействие.*

Реферат. Развитие технологии производства специальных изделий из защитных материалов в современных экономических условиях должно быть ориентировано на повышение качества продукции. Наиболее перспективной является разработка способов локальной герметизирующей обработки ниточных соединений изделий. Разработан композиционный пленочный клеевой материал, готовый к применению для изготовления защитных текстильных изделий. Настоящее исследование имело целью изучение механизмов образования клевого соединения.

Ткани из синтетических волокон были использованы как защитные текстильные материалы. Для исследований использовали композиционный пленочный самоклеящийся материал, полученный на основе водных дисперсий акриловых сополимеров, и его соединения с защитными текстильными материалами с полиуретановым покрытием. В работе применены современные физико-химические методы исследования.

Исследованы спектры клеевых соединений после получения и после их адгезионного разрушения, а также спектры составляющих их исходных компонентов и выполнен их сравнительно-сопоставительный анализ. Установлено, что под воздействием внешнего давления и реологических свойств на границе раздела фаз полимерных материалов осуществляется межфазное взаимодействие с участием различных функциональных групп. Доказано на основании спектрального метода, что контакт между адгезивом и субстратами осуществляется на уровне межмолекулярного взаимодействия.

В современных экономических условиях развитие технологии производства специальных изделий из защитных материалов должно быть ориентировано на повышение качества продукции. При производстве изделий для соединения деталей из защитных текстильных материалов используется преимущественно ниточный способ, как наиболее универсальный. Наиболее перспективной в данной ситуации является разработка способов локальной герметизирующей обработки ниточных соединений изделий, основанной на применении специальных герметизирующих пленочных материалов.

Оптимальным для эффективного соединения текстильных полотен является герметизирующий материал, с применением которого клеевое соединение образуется без дополнительного активирования. В таком случае адгезионная способность может быть обеспечена его постоянной остаточной липкостью. Разработан химически однородный композиционный пленочный самоклеящийся материал, готовый к применению при выполнении непроницаемых соединений защитных текстильных изделий. Он образует клеевые соединения высокой адгезионной прочности, сохраняющие эластичность, упругость, устойчивость к действию различных агрессивных сред.

Целью настоящего исследования являлось изучение механизмов образования клевого соединения для возможности прогнозирования его эффективного применения в текстильных изделиях.

Для исследований использовали композиционный пленочный самоклеящийся материал в виде лабораторных образцов, полученных на основе водных дисперсий акриловых сополимеров и его соединения с защитными текстильными материалами с полиуретановым покрытием. В качестве защитных текстильных материалов использовали ткани Action Jaguar фирмы «Finlayson Forssa OY», Action Mistral фирмы «Finlayson Forssa OY» (Финляндия), Saviour фирмы «Concordia Textiles NV» (Бельгия). В работе применены методы исследования: атомно-силовая микроскопия для получения микрофотографий границы раздела фаз клевого соединения с помощью сканирующего зондового микроскопа SPM P4 MDT; спектрофотометрический метод НПВО ИК-Фурье на спектрометре AVATAR E.S.P. 360 фирмы Intertech Corporation (США) с программным обеспечением Omnic от NICOLET для оценки межфазного взаимодействия склеиваемых поверхностей; метод оценки адгезионной прочности на расслаивание клеевых соединений на приборе СРМ, разработанный на кафедре ТШИ ИГТА.

Возможность образования прочного клевого соединения определяются макро- и микропроцессами. Макропроцессы направлены на формирование молекулярного контакта, возникающего при сближении склеиваемых поверхностей на

расстояния, достаточные для возникновения межфазных связей. Микропроцессы развиваются при межфазном взаимодействии и образовании связей. Формирование площади контакта зависит от процессов заполнения клеом неровности поверхности субстрата. Адгезионная прочность определяется величиной истинной поверхности контакта $S_{\text{ист}}$ [1, 2]. Конкретный механизм межфазного взаимодействия полимеров определяется особенностями строения высокомолекулярных соединений и, прежде всего, подвижностью макромолекулярных цепей, изменяющейся в процессе адгезионного взаимодействия и объясняется с позиций диффузионной теории адгезии [3]. Установить тип взаимодействия адгезива с субстратом, выявить характер связей, возникших в зоне контакта, является важной задачей при изучении адгезии полимеров.

Спектры клеевых соединений характеризуются наличием частот поглощения в области больших волновых чисел или в промежуточной точке интервала волновых чисел спектров «материал» – «пленка». Одновременно это смещение центров сопровождается увеличением интенсивности полос поглощения [4, 5, 6] и изменением их полуширины в спектрах на начальных этапах образования клеевого соединения, а затем со временем соответственно уменьшением интенсивности полос поглощения или их стабилизацией. Эти метаморфозы претерпевает и полуширина полос поглощения. Аналогичные изменения интенсивности поглощения наблюдаются и на независимых и характеристических частотах, они мало взаимодействуют с другими колебаниями молекулы и сохраняются в спектрах ткани, пленки и клеевого соединения. К независимым в рассматриваемых полимерах относятся колебания связи C-H (частоты 1452 см^{-1} , 2873 см^{-1}), и C-C (2959 см^{-1}).

В клеевых соединениях пленки с полиуретановым полимерным покрытием полотен отсутствуют полосы 767 , 906 , 1510 , 2860 , но появились 1118 , 1397 , 2241 , 3220 - 3260 см^{-1} . Полосы 3220 - 3260 см^{-1} – незначительные по интенсивности широкие полосы поглощения связи O-H в связанных группах COOH. Полоса поглощения ненасыщенных сложных эфиров 1730 см^{-1} смещается в спектре клеевого соединения к волновому числу 1725 см^{-1} .

В спектрах пленки и ткани после разрушения клеевых соединений наблюдаются симметричные явления – увеличение интенсивности поглощения через 20 ч (пленка – на 5-9...10-17%; ткань – на 4-8...10-31 %) и уменьшение через 11 дней. В независимых характеристических точках изменение интенсивности поглощения наблюдается больше в спектрах ткани и меньше – пленки.

В спектрах тканей до и после разрушения клеевых соединений присутствуют полосы поглощения 3323 - 3303 см^{-1} , указывающие на наличие валентных колебаний связи N-H в несвязанных уретановых группах –COO-NH–, а также полоса 1700 см^{-1} , свидетельствующая о колебаниях связи C=O в группах –COOH. Эти полосы отсутствуют затем в спектрах клеевых соединений, а взамен появляются широкие полосы 3223 , 3256 , 3263 см^{-1} , указывающие на валентные колебания связи O-H в связанных гидроксильных группах [5, 6, 7].

Водородные связи стоят обособленно в ряду межмолекулярных сил, играющих важную роль в свойствах твердых полимеров и образуются между XH-группой, являющейся донором протонов, и атомом Y, выступающим в роли их акцептора. В качестве наиболее важных пар донор-акцептор, встречающихся в обычных полимерах, указываются OH...O, OH...N, NH...O, NH...N [8]. Образование всех из перечисленных пар возможно при склеивании рассматриваемых полимеров. К образованию водородных связей способна и SH-группа в тех случаях, когда углеродный атом связан с сильно отрицательными атомами или группами. В средней области ИК-спектра влияние водородных связей отчетливо проявляется в смещении частоты валентного колебания XH-группы в сторону меньших волновых чисел. Помимо смещения частоты наблюдается сильное возрастание интегральной интенсивности полосы и ее уширение. На контуре этой полосы часто проявляется несколько пиков. Могут также произойти изменения волновых чисел колебаний акцепторной группы YR'. Например, колебания $\nu(\text{C}=\text{O})$ смещаются на 5 - 25 см^{-1} в сторону меньших волновых чисел, если карбонильная группа участвует в образовании водородной связи [7]. Все эти признаки наблюдаются в спектрах клеевых соединений, тканей и пленки. Полоса поглощения 1730 см^{-1} в спектре пленки в клеевых соединениях сместилась на 5 см^{-1} , что также указывает на образование водородных связей.

Таким образом, на основании анализа ИК-спектров исследуемых клеевых соединений и их компонентов можно констатировать, что под воздействием внешнего давления и реологических свойств на границе раздела фаз осуществляется межфазное взаимодействие с участием различных функциональных групп, а также возможное изменение структуры пограничного слоя материалов. Заключение о характере взаимодействия между функциональными группами при образовании клеевого соединения, сделанное на основании спектроскопического анализа, согласуется с мнением [9] о том, что оно обусловлено в том числе образованием водородных связей.

Список использованных источников

1. Бузов, Б.А. Швейные нитки и клеевые материалы для одежды / Б.А. Бузов, Н.А. Смирнова. – М.: Форум, Инфра-М, 2013. – 192 с.
2. Вильнав, Жан-Жак. Клеевые соединения [Текст] / Жан-Жак Вильнав. – М.: РИЦ "Техносфера", 2007. – 384 с.
3. Каган, Д. Ф. Многослойные комбинированные пленочные материалы [Текст] / Д. Ф. Каган, В. Е. Гуль, Л. Д. Самарина. – М.: Химия, 1989. – 288 с.
4. Повстугар, В. И. Строение и свойства поверхности полимерных материалов / В. И. Повстугар, В. И. Кодолов, С. С. Михайлова. – М.: Химия, 1988. – 192 с. – ISBN 5-7245-0115-5.
5. Тарутина, Л. И. Спектральный анализ полимеров / Л. И. Тарутина. – Л.: Химия, 1986. – 248 с.
6. Методы исследования в текстильной химии : справочник / под ред. Г. Е. Кричевского. – М.: Междунар. инженер. академия НПО «Текстильпрогресс» инженерной академии России, РосЗИТЛП, 1993. – 401 с. – ISBN 5-7088-0485-8.
7. Ватулёв, В. Н. Инфракрасные спектры и структура полиуретанов / В. Н. Ватулёв, С. В. Лаптий, Ю. Ю. Керча. – Киев: Наук. думка, 1978
8. Инфракрасная спектроскопия полимеров / И. Деханг, Р. Данц, В. Киммер, Р. Шмольке; под ред. Деханта, ГДР; пер. с нем., под ред. Э. Ф. Олейника. – М.: Химия, 1976. – 472 с.
9. Кинлок, Э. Адгезия и адгезивы: наука и технология : пер. с англ. / Э. Кинлок. – М.: Мир, 1991. – 484 с.