

УДК 678.046:620.179.4

ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИИ В НАПОЛНЕННЫХ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛАХ

В. М. ГОРЧАКОВА, В. Я. КИСЕЛЕВ

(Московская государственная текстильная академия им. А. Н. Косыгина,
Московская государственная академия тонкой химической технологии
им. М. В. Ломоносова)

Создание композиционных многослойных наполненных нетканых материалов направлено на повышение функциональных свойств текстильных полотен, расширяющее область их применения [1].

Нами выявляются факторы, влияющие на адгезию в системе поливинилхлоридное волокно (ПВХ) — наполнитель — полиэфирное волокно (ПЭТФ). Исследования проводились на модельных образцах — пленках волокнообразующих полимеров. Объектами изучения служили ПВХ с молекулярной массой (ММ) 50 и 200 тыс., а также ПЭТФ аморфный и одно-двухосно-ориентированный. С помощью вырубного ножа получали шайбы диаметром 25 и высотой 2,5 мм, которые приклеивали к железным «грибкам» специальным клеем. Далее поверхность ПВХ подрастворили путем погружения в диметилформамид на 30 с и затем приводили в контакт с металлическим порошком, представляющим собой анизометричные рыхлые частицы. Наиболее вероятнейший радиус последних 49,2 мкм (удельная поверхность 0,0073 м²/г); полидисперсность 0,84, плотность 1070 кг/см³, пористость 58%, угол естественного откоса 30°, коэффициент трения по ПВХ составляет 1,371, а по ПЭТФ — 1,242.

Для нанесения наполнителя на ПЭТФ «грибок», покрытый полимерной пленкой, погружали в нагретый до 450°С слой порошка, мгновенно извлекали и обрабатывали холодным воздухом. Количество наполнителя на поверхности фиксировали с помощью микроскопа «Eрityр-2».

Исследовались образцы с содержанием на поверхности 80...90% наполнителя. Дублирование ПВХ с ПЭТФ осуществляли 5...15 мин под давлением 20 кПа при температуре 130...170°С. Адгезионные соединения разрушали по методике из [1].

На рис. 1, 2 и 3 приведены зависимости адгезионной прочности P между ПВХ (молекулярной массой 50 (рис. 1) и 200 (рис. 2, 3) тыс.) и ПЭТФ (1 — одноосно-ориентированный; 2 — аморфный (рис. 1, 2) и (рис. 3) 1 — без наполнителя, 2, 3 — наполнитель на поверхности соответственно ПВХ и ПЭТФ).

Из рис. 1 видно, что низкомолекулярный ПВХ, имеющий хорошую текучесть, при повышенных температурах дублирования достигает максимальной площади фактического контакта с поверхностью аморфного ПЭТФ (кривая 2; кривая 1 — ПЭТФ одноосно-ориентированный). За счет адсорбционных (полярных и водородных) сил сцепления обеспечиваются высокие разрушающие усилия от 60 кПа при 160°С до 140 при 170°С.

Время дублирования существенно не влияет на адгезионную прочность, так как для достижения полноты контакта гладких поверхностей достаточно нескольких секунд [2]. Согласно теории температурно-вре-

менной суперпозиции [3] на адгезионные характеристики жесткоцепных полимеров значительно влияет температура текучести (плавления) компонентов. Чем быстрее адгезив переходит в высокоэластическое или вязкотекучее состояние, тем больше площадь его фактического контакта с субстратом и выше адгезионная прочность.

Адгезионные свойства полимеров существенно зависят от подвижности макромолекулярных цепей и их сегментов обеих сдублированных полимерных пар. Так, ориентация ПЭТФ приводит к значительной потере подвижности макромолекул и изменению их конформации в объеме и на поверхности. Степень кристалличности одноосно-ориентированного ПЭТФ составляет 18%, а двухосно-ориентированного 44%.

Краевой угол смачивания поверхности ПЭТФ каплей воды до ориентации имел величину 46° , после одноосной ориентации 58° , а после двухосной 72° , что связано с изменением степени шероховатости R_a поверхности ПЭТФ от 1,1 (одноосно-ориентированный) до 1,25 (двухосно-ориентированный) относительно аморфной гладкой поверхности ($R_a = 1,0$).

Ориентация ПЭТФ способствует перераспределению функциональных групп в поверхностном слое. Методом ИК-спектроскопии нами установлено, что число NH_2 -групп у аморфного полимера на 10% ниже, чем у одноосно-ориентированного, и на 18% ниже, чем у двухосно-ориентированного ПЭТФ. Таким образом, результат глобальных изменений свойств поверхности ПЭТФ состоит в значительном уменьшении прочности адгезионной связи между ориентированным ПЭТФ и низкомолекулярным ПВХ (на 50% в сравнении с системой ПВХ — аморфный ПЭТФ).

Увеличение молекулярной массы ПВХ с 50 до 200 тыс., а также изменение температуры текучести и, следовательно, подвижности мак-

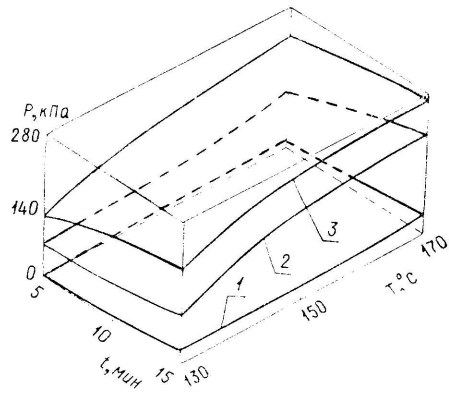


Рис. 1.

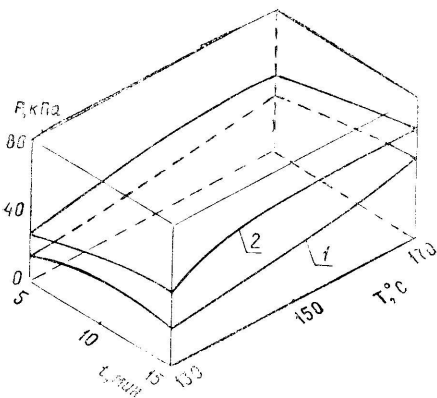


Рис. 2.

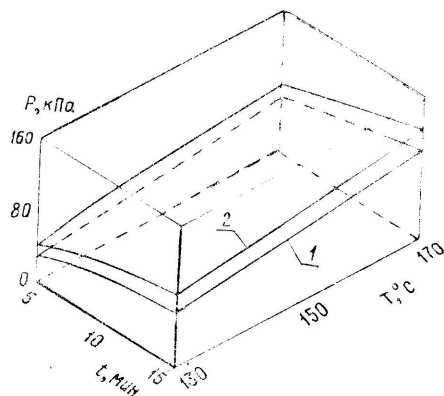


Рис. 3.

ромолекул вызывает снижение разрушающего усилия более чем в 2 раза для обоих рассматриваемых ПЭТФ (рис. 2, обозначения кривых аналогичны рис. 1). Данное обстоятельство связано с ухудшением растекания адгезива ПВХ по поверхности ПЭТФ, уменьшением суммарного контакта активных функциональных групп, обеспечивающих адсорбционное взаимодействие, и смещением температурно-временной суперпозиции в сторону высокой температуры. Путем повышения последней до 210°С (температура деструкции ПВХ 200 тыс.) не удалось достигнуть адгезионной прочности низкомолекулярного ПВХ и ПЭТФ.

Таким образом, подвижность макромолекулярных цепей и их сегментов, обеспечивающих полноту контакта между двумя несовместимыми полимерами, в основном определяет значение адгезионной прочности. Увеличение молекулярной массы или степени ориентации одного из компонентов существенно уменьшает подвижность макромолекул парных образований с изменением поверхностных свойств контактирующих полимеров. Повышение технологических параметров температуры, времени и давления контакта не позволяет достигнуть адгезионной прочности аморфного и низкомолекулярного соединений.

Как и следовало ожидать, двухосная ориентация субстрата ПЭТФ (рис. 3, кривая 1) способствует еще большему снижению адгезионной прочности между ПВХ (200 тыс.) и ПЭТФ по сравнению с одноосно-ориентированным (рис. 2) и тем более аморфным (рис. 1). Нанесение третьего компонента (частиц металлического порошка) на межфазную поверхность приводит к возрастанию разрушающего усилия. Значительное повышение адгезионных характеристик между несовместимыми жесткоцепными полимерными парами при нанесении на границу раздела сильнополярных частиц металлического порошка можно объяснить только возникновением дополнительных адсорбционных сил между полярными функциональными группами обоих контактирующих полимеров и активными группами наполнителя. Кроме адсорбционной теории адгезии, повышение разрушающего усилия объяснимо и с точки зрения реологической теории [4]. Расплавленный ПВХ, растекаясь по поверхности наполнителя, нанесенного на ПЭТФ, обеспечивает максимальный контакт за счет внедрения в неровности, шероховатости и углубления на поверхности твердых металлических частиц. При охлаждении полимерные адгезивы выступают как «заклепки», требующие в случае разрушения образца дополнительного усилия.

ВЫВОДЫ

1. Исследована адгезия в системе ПВХ — ПЭТФ и установлено, что снижение подвижности макромолекул контактирующих полимеров за счет увеличения молекулярной массы или ориентации любого из компонентов резко уменьшает площадь фактического контакта и, следовательно, снижает величину разрушающего усилия.

2. Присутствие частиц высокодисперсного наполнителя на границе контакта двух полимеров увеличивает прочность сцепления за счет адсорбционных сил взаимодействия между полимером и наполнителем. Последний целесообразно наносить на поверхность полимера, который в меньшей степени изменяет свои свойства под воздействием температуры, времени и давления при контакте, а также в процессе хранения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горчакова В. М., Биожкина И. Н. // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. — 1995, № 1. С. 65..68.

2. Вакула В. Л., Притыкин Л. М. Физическая химия адгезии полимеров. — М.: Химия, 1984.
3. Уорд И. Механические свойства твердых полимеров. — М.: Химия, 1975.
4. Зимон А. Д. Адгезия пленок и покрытий. — М.: Химия, 1977.

Рекомендована кафедрой технологии нетканых материалов. Поступила 12.04.96.
