

Традиционно при изоляции стальных труб используются термопластичные материалы на основе сополимеров этилена. Высокий уровень стойкости и долговечности адгезионных соединений может быть обеспечен только при достаточно высоких прочностных характеристиках граничного слоя адгезива и одновременно сильного межфазного взаимодействия. Эффект упрочнения межфазных связей удается достигнуть при осуществлении термического адгезионного контактирования в присутствии введенных в адгезив низкомолекулярных добавок, способных одновременно прочно закрепляться на поверхности металла и химически связываться с цепями полимеров [1, 2].

Таковыми свойствами обладают соединения, содержащие аминные группы [3], а также органосиланы [4]. Традиционно аminosиланы используются в качестве усилителей адгезии в полиуретановых герметиках, при отверждении эпоксидной смолы и полисульфидных олигомеров. Отверждение эпоксидной смолы аминными отвердителями, содержащими в своей структуре алкоксигруппы, связанные с атомом кремния, повышают адгезионную прочность к таким подложкам, как алюминий и его сплавы [5]. Адгезионный эффект аминоалкоксисиланов при модификации полиуретановых герметиков связывают с химической активностью аминных групп адгезива с изоцианатными группами отвердителя, в результате чего происходит превращение конечных изоцианатных групп в концевые метоксигруппы с последующим взаимодействием алкоксигрупп с поверхностью субстрата [6-8].

Глицидоксипропилтриметоксисилан используется в качестве добавки для полиэфиров, полиакрилатов, полисульфидов, уретанов, эпоксидных, акриловых смол, улучшающей их адгезию к стеклу, алюминию, стали и другим субстратам. Водные и спиртовые растворы глицидоксисилана используют для улучшения адгезии эпоксидной смолы к алюминиевым пластинам. Объекты и методы исследования В качестве объектов исследования использовались сополимеры этилена с винилацетатом (СЭВА) Evatane2020 и Evatane 2805 (ATOFINA) с содержанием винилацетата 19 и 27 % масс соответственно; сополимеры этилена с винилацетатом и малеиновым ангидридом (СЭВАМА) марок Orevac 9707 и Orevac 9305 (Arkema) с содержанием винилацетата 13 и 26% масс.

Модификаторы - γ -аминопропилтриэтоксисилан (АГМ-9) и (3-глицидоксипропил)триметоксисилан (ГС). Адгезив получали путем реакционного смешения компонентов в интервале концентраций модификаторов от 0 до 10% мас. на вальцах при температуре 120°C и дальнейшем прессовании при температуре 160°C [9,10]. Испытания адгезии на сдвиг растяжением образцов в виде двух пластин размером 2х20х60 мм, склеенных между собой с одинарной нахлесткой длиной 15 мм проводилось согласно ГОСТ 14759-69. Формирование образцов осуществлялось при 160°C в течение 10 минут. Испытания проводились при скорости движения нагруженного зажима 10 мм/мин до разрушения образца на разрывной машине Р-0,5 через сутки после формирования адгезионного

соединения Результаты и их обсуждение Взаимодействие функциональных групп адгезива и субстрата рассмотрено во многих работах, однако оптимальное содержание активных групп в адгезиве зачастую подбирают эмпирически, так как в большинстве случаев отсутствует пропорциональность между адгезионной прочностью и содержанием в адгезиве функциональных групп. Эта зависимость часто имеет экстремальный характер, и с увеличением содержания функциональных групп адгезионная прочность, достигнув определенного предела, перестает возрастать. Ранее в работах [11-14] была исследована адгезионная прочность материалов к стали. Однако для комплексной характеристики клеев-расплавов необходимо исследование прочности клеевого соединения на сдвиг. Основываясь на анализе литературных данных, следовало ожидать повышение адгезионной прочности композиций на основе полиолефинов и amino- и глицидоксисиланов к различным субстратам (стали, алюминию). При модификации сополимеров этилена с винилацетатом прочность клеевого шва возросла для СЭВА20 в 1,5 раза и максимальная прочность клеевого соединения наблюдается при концентрации модификатора 10% мас. Аналогичные результаты наблюдаются и для СЭВА27. Прочность клеевого соединения возросла в 1,3 раза. Максимальная прочность клеевого соединения наблюдается при модификации модификатора АГМ-9 3% мас. (рис.1.)

Рис. 1 - Адгезионная прочность на сдвиг сталь-полимер-сталь (Ст3) СЭВА20 и СЭВА27 (АГМ-9) При введении ГС в полиэтилен изменение прочности клеевого соединения к стали не изменяется, а при введении ГС в сополимер СЭВА 20 мы наблюдаем снижение прочности клеевого соединения к стали. Рис. 2 - Прочность клеевого соединения сталь-адгезив-сталь (Ст3): 1 - ПЭ153 -ГС; 2 - СЭВА20 -ГС Введение звеньев малеинового ангидрида в сополимеры этилена способствует повышению прочности клеевого соединения, можно было ожидать и увеличения прочности клеевого соединения на сдвиг, что и было доказано экспериментально. Установлено, что при введении до 2% масс. АГМ-9 наблюдается увеличение прочности клеевого соединения сталь-адгезив-сталь для полимера СЭВАМА13 в 1,2 раза, а для СЭВАМА26 в 1,5 раза. При введении до 3% масс. АГМ-9, дальнейшее увеличение концентрации модифицирующей добавки приводит к уменьшению прочности клеевого соединения. Рис. 3 - Адгезионная прочность на сдвиг сталь-полимер-сталь (Ст3) СЭВАМА26 и СЭВАМА13 (АГМ-9) Аналогичные результаты получены и для систем СЭВАМА-ГС. Прочность клеевого соединения при введении 2% ГС в СЭВАМА13 увеличивается в 1,8 раза, а 3% в СЭВАМА26 в 1,5 раза. Дальнейшее увеличение концентрации модифицирующей добавки приводит к неизменности прочности клеевого соединения. Рис. 4 - Прочность клеевого соединения сталь-адгезив-сталь (Ст3): 1 - СЭВАМА13-ГС; 2 - СЭВАМА26 - ГС