

4. Лахтин Ю.М. Исследование структуры и свойств карбонильных вольфрамовых и молибденовых покрытий / Ю.М. Лахтин, В.Л. Либерман // Современное оборудование и технология термической и химико-термической обработки металлических материалов: Материалы семинара. – М., 1989. – С.143-146.

УДК 620:18.198.22+699.017

Лин Д.Г., Седярова С.Н.

УВЕЛИЧЕНИЕ АДГЕЗИОННОЙ ПРОЧНОСТИ СОЕДИНЕНИЯ ПРИ ТЕРМОВУЛКАНИЗАЦИИ РЕЗИН НА СТАЛИ

УО «Гомельский госуниверситет им. Ф. Скорины», г. Гомель, Беларусь

Some aspects of fastening of rubber mixes on steel are considered. The effective method of increasing of adhesive durability in combinations of sulfuric vulcanizate with steel due to additional introduction of sulfur in a zone of adhesive contact is developed.

Вулканизационное крепление резиновых смесей на стали продолжает вызывать широкий практический интерес. Здесь главной проблемой по-прежнему остается относительно невысокая прочность сцепления резины с подложкой, а применяемые методы по ее увеличению в значительной мере усложняют технологический процесс формирования адгезионной связи.

Многочисленные рекомендации по увеличению адгезионной прочности (АП) соединений резины с металлами основываются на использовании промежуточного слоя, представляющего собой резиновую смесь, содержащую повышенную или пониженную концентрацию сшивающего агента – серы. Основу этих рекомендаций составляет существующая взаимная связь адгезионных и механических свойств резин [1]. Эта связь наиболее ярко проявляется при переходе вулканизата из одного релаксационного состояния в другое. Установлено [2, 3], что максимальная АП, оцениваемая сопротивлением расслаивания соединений, достигается, если вулканизат в зоне адгезионного контакта находится в промежуточной стадии между двумя релаксационными состояниями. Это может быть промежуточная стадия между вязкотекучим и высокоэластическим или высокоэластическим и стеклообразным состояниями вулканизата. Реализовать такой подход можно различными методами, в том числе за счет изменения концентрации сшивающего агента в составе резиновой смеси, находящейся в непосредственном контакте с металлической подложкой. Целью данной работы явилась разработка эффективного метода

увеличения АП в соединениях серных вулканизатов со сталью за счет дополнительного введения серы в зону адгезионного контакта.

В экспериментах использовали промышленную резиновую смесь марки 51-2104 (ТУ 2512-046-00152081-2003, Россия), которую вулканизовали в контакте со сталью. В дальнейшем резину, получаемую из этой смеси, сокращенно будем называть мягкой резиной. В качестве подложки применяли стальную фольгу (ГОСТ 503-81), которую перед формированием соединений зачищали абразивной шкуркой и обезжировали в ацетоне. Серу вводили в зону контакта двумя способами. По первому способу ее высаждали на поверхности свежеразвальцованных полосок (толщина 2 мм) резиновой смеси из эмульсий в бензоле или клея марки 2572 (ТУ 38-105-758-79). Для сокращения клей будем обозначать К1. Эмульсии получали путем смешивания бензола или клея с измельченной серой (концентрация серы в эмульсиях 1 кг/л). После высушивания растворителя полоски резиновой смеси приводили в контакт со стальной фольгой и осуществляли вулканизацию резины. По второму способу серу высаждали из эмульсий непосредственно по поверхности стальной фольги и затем после высушивания растворителя подложку использовали для получения образцов. Вулканизацию резины проводили в термопрессах при температуре 150 °С. Процесс вулканизации прерывали на различных этапах процесса сшивки резины, после образцы охлаждали до комнатной температуры и оценивали АП соединений. Испытания проводили методом отслаивания металлической фольги от слоя вулканизата (отслаивание производили под углом 180° при скорости движения зажима 90 мм/мин), фиксируя при этом сопротивление отслаиванию.

В ходе испытаний была сопоставлена эффективность данного метода увеличения АП с тем результатом, который достигается при применении промышленной технологии гуммирования через слой полуэбонита. Для этого использовали резиновую смесь марки 51-1627 (ТУ 2512-046-00152081-2003) в виде полосок толщиной 2 мм (в дальнейшем полуэбонитную резину будем обозначать ПЭ). Процесс формирования соединений в данном случае осуществляли следующим образом. Вначале на поверхность полосок резиновой смеси ПЭ наносили клей К1, после его высушивания полоску приводили в контакт со стальной фольгой. Затем на наружную поверхность слоя ПЭ помещали полоску смеси мягкой резины, предварительно обработанную клеем марки 4508 (ТУ 38-105-480-90). В дальнейшем этот клей будет называться К2. Полученный двухслойный пакет резиновых смесей вулканизовали, а затем оценивали прочность соединения слоя ПЭ с металлической подложкой.

Результаты испытаний АП соединений представлены на рисунках 1, 2.

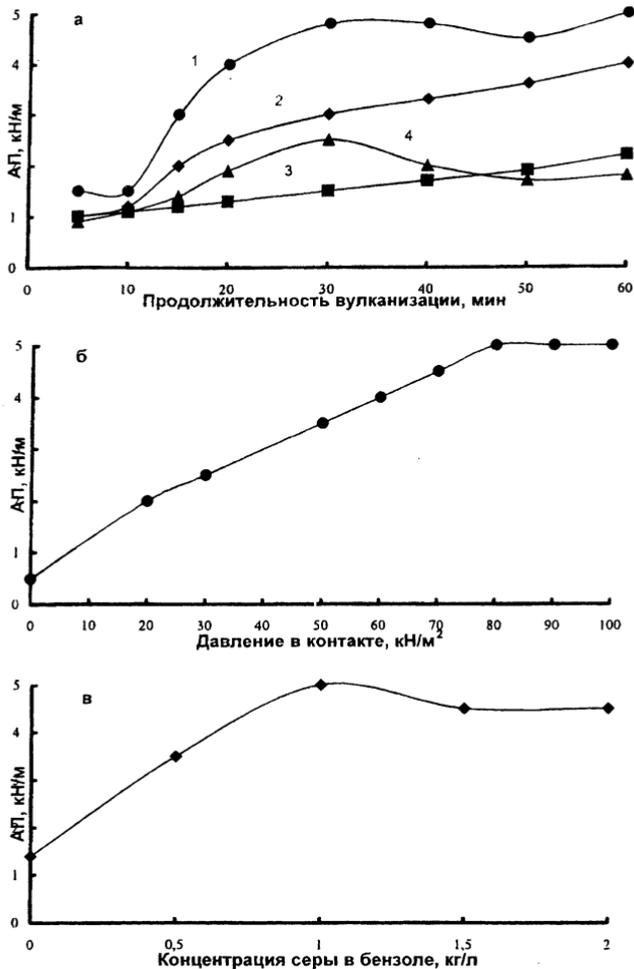


Рисунок 1 – Зависимость АП соединений стали с мягкой резиной от продолжительности ее вулканизации при 150 °С в контакте с подложкой (а), давления при вулканизации (б, 5) и концентрации серы в бензольной суспензии (в, 6). Режимы формирования соединений: на поверхности резины высаживали слой серы из суспензии в бензоле (1) и в клее К1 (3), сера высаживалась из бензольной суспензии на поверхность металлической подложки (2), 4 – сера при формировании соединения не использовалась; продолжительность вулканизации – 20 (5) и 60 (6) минут.

Уровень прочности сцепления мягкой резины со стальной подложкой относительно невысок и к концу процесса вулканизации (продолжительность 60 мин) составляет 1,4 кН/м (рисунок 1, кривая 4). Введение в зону адгезионного контакта серы увеличивает АП (рисунок 1, кривые 1–3). Из используемых вариантов введения серы наиболее эффективным является тот, при котором используется обработка резиновой смеси бензольной суспензией серы (рисунок 1, кривая 1). Достижимый в данном случае максимальный уровень АП составляет около 4,5–5 кН/м и он практически сохраняется к моменту завершения процесса вулканизации. По-видимому, при введении серы важно насытить ею поверхностный слой резиновой смеси. При использовании бензольной суспензии происходит интенсивное поглощение растворителя, а вместе с ним в набухший слой резиновой смеси проникает сера. АП соединений мягкой резины со сталью зависит от концентрации серы в суспензии, а также давления при вулканизации. На рисунке 1 (кривые 5, 6) приведены результаты исследований, позволяющие выбрать оптимальный для АП состав суспензии и режим контактирования соединений.

Введение в зону адгезионного контакта серы позволяет отказаться от используемого в производстве метода крепления резины к металлам через слой ПЭ резиновой смеси. На рисунке 2 приведены зависимости АП соединения ПЭ резины со сталью.

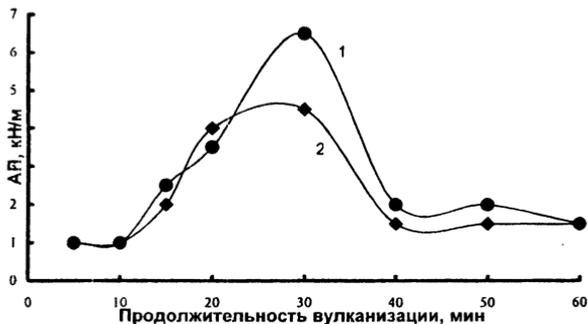


Рисунок 2 – Зависимость АП соединений стали с полуэбонитом от продолжительности его вулканизации при 150 °С в контакте с подложкой (1, 2 - соединения получены без использования и с использованием клея К1).

Как видно, в ходе вулканизации резины АП проходит через максимум. Спад прочности сцепления после максимума связан с охрупчиванием резины из-за ее перевулканизации. Учитывая, что в производственных условиях процесс гуммирования изделий, использующий ПЭ резину, растягивается на часы, то получить соединения с высокой АП, как правило, не удастся. Кроме того, в резиновых смесях, содержащих высокое количество серы, вулканиза-

ция может продолжаться и при повышенных температурах, сопровождающих эксплуатацию изделий. В результате наступает предельное охрупчивание ПЭ резины и аутогезионная связь ее с мягкой резиной разрушается. Резиновая облицовка становится непригодной для эксплуатации.

Таким образом, введение серы в поверхностный слой резиновой смеси перед формированием адгезионного контакта позволяет заменить существующую технологию крепления резины через полуэбонитную прослойку. При этом достигается достаточно высокий уровень прочности соединения резины с подложкой – около 4,5–5 кН\м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лин, Д.Г. Физико-химическая механика адгезионного взаимодействия полимер-металл / Д.Г. Лин // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2005. – № 3 (30). – С. 21-28.
2. Жеребков, С.К. Крепление резин к металлам / С.К. Жеребков. – М.: Химия, 1966. – 347 с.
3. Эммануэль, Н.М. Химическая физика старения и стабилизации полимеров / Н.М. Эммануэль, А.Л. Бучаченко. – М.: Наука, 1982. – 360 с.

УДК 621.9

Молочко В.И.

КАНАВОЧНЫЙ МЕТОД ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОДОЛЬНОЙ УСАДКИ СТРУЖКИ

*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск Республика Беларусь*

Экспериментальное определение коэффициента продольной усадки стружки входит в перечень основных лабораторных работ по курсу "Теория резания и режущий инструмент", выполняемых студентами машиностроительного направления как на инженерно-педагогическом, так и на машиностроительном факультетах. Поэтому усовершенствование методики проведения этой работы имеет межфакультетское значение, поскольку в случае ее одобрения она может быть внедрена в учебный процесс как на инженерно-педагогическом, так и на машиностроительном факультетах.

Как известно, усадка стружки имеет место при обработке резанием пластичных материалов, например, точении сталей и ряда цветных металлов и их сплавов. Различают усадку по длине γ_1 , толщине γ_a и ширине γ_b стружки. Практически для оценки степени пластического деформирования срезаемого слоя удобнее всего использовать усадку по длине