

В. А. Седых, канд. техн. наук, проф.,
В. А. Крюков, асп., Д. С. Горобцова, инж.
(ФГБОУ ВО «ВГУИТ», г. Воронеж, Российская Федерация)

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ НАПОЛНИТЕЛЯ НА АДГЕЗИОННЫЕ СВОЙСТВА КЛЕЕВОЙ КОМПОЗИЦИИ СОЕДИНЕНИЯ «РЕЗИНА-МЕТАЛЛ»

Ограниченность отечественных клеевых композиций для горячего крепления резины к металлу, сравнимых по свойствам с зарубежной линейкой клеев «Chemosil», определяет актуальность работы.

Изучалось грунтовое покрытие (праймер) на основе нитрильного каучука, содержащее в качестве промотора адгезии к поверхности металла 3-меркаптопропилтриметоксисилан. Исследуемое грунтовое покрытие применялось для горячего крепления резины к стали в сочетании с покровной клеевой композицией на основе полихлоропрена.

Оценку адгезионных характеристик осуществляли методом определения прочности связи резины с металлом при отслаивании ГОСТ 411–77.

Бифункциональные силаны являются эффективными промоторами адгезии полимеров к поверхности металлов и других неорганических веществ. Меркаптосилан способен образовывать химические связи как с полимерной матрицей клеевого соединения представленной нитрильным каучуком, так и с поверхностью стали. Взаимодействие с полимерной матрицей обусловлено способностью меркаптогруппы реагировать с двойными связями каучука при повышенной температуре [1].

Образование химических связей с поверхностью стали протекает через промежуточную стадию гидролиза метокси-группы. Получаемая в результате гидролиза силанольная группа способна вступать во взаимодействие с гидроксидами железа на поверхности стали [2].

Предполагается, что основным источником влаги для начала процесса взаимодействия меркаптосилана с гидроксидами металла является вода, сорбированная на поверхности стали.

Исследуемый праймер содержал в своей основе маточную резиновую смесь, которую в дальнейшем смешивали с растворителями и фенолформальдегидными смолами.

В ходе исследования сравнивались между собой праймеры содержащие в качестве активных наполнителей резиновой смеси технический углерод (П-324) и белую сажу (БС-120) (рисунки 1, 2). (Количество активного наполнителя во всех экспериментах составляло 3,5% от массы немодифицированного праймера).

Показано, что зависимость прочности адгезионной связи от содержания меркаптосилана носила экстремальный характер. Установлено, что природа активного наполнителя оказывала влияние на оптимум содержания меркаптосилана (рисунок 1).

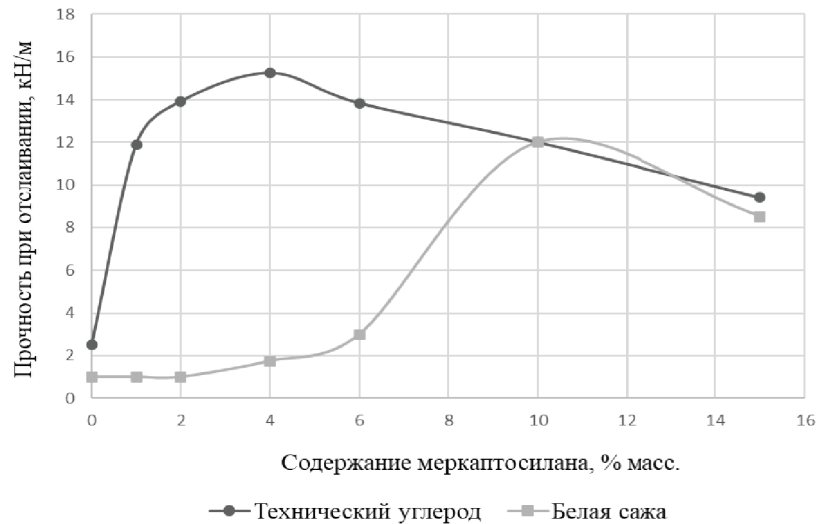


Рисунок 1 – Зависимость прочности связи при отслаивании «резина-металл» от содержания меркаптосилана

Дополнительно прочность связи при отслаивании клеевой композиции к поверхности стали оценивалась по характеру разрушения клеевого соединения (рисунок 2).

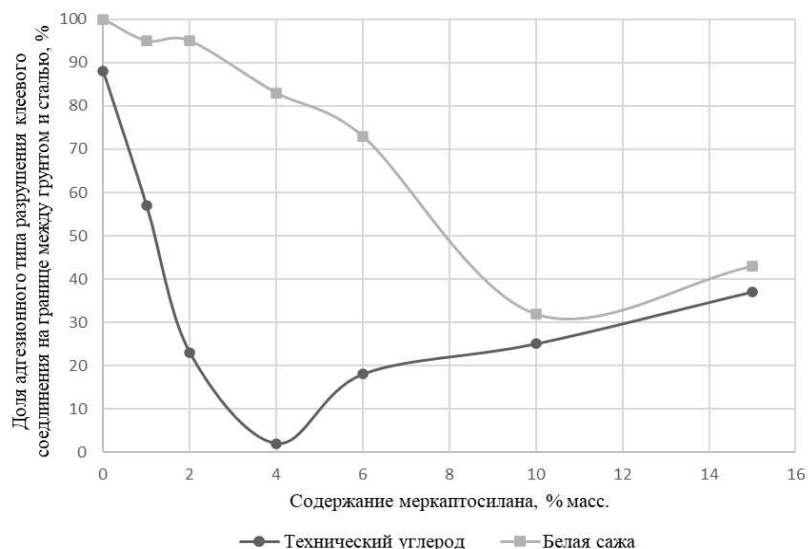


Рисунок 2 – Влияние содержания меркаптосилана на долю адгезионного типа разрушения на границе между грунтом и сталью

При использовании праймера содержащего технический углерод, максимальное значение прочности связи было достигнуто при концентрации меркаптосилана равной 4% масс., а оптимум его содер-

жания лежал в диапазоне от 2 до 6% масс. В праймере содержащем белую сажу максимальное значение прочности связи было достигнуто при 10% масс. меркаптосилана, а оптимум его содержания находился в интервале между 8–15% масс.

Следует отметить, что грунтовое покрытие, содержащее технический углерод обладало более высокими показателями прочности связи по сравнению с покрытием, содержащим белую сажу как для праймеров немодифицированных меркаптосиланом, так и в области оптимума содержания меркаптосилана для модифицированного праймера.

Предполагается, что различие в адгезионных характеристиках между праймерами объяснялось достижением более высоких модулей вулканизированной пленки грунта, содержащего технический углерод, в результате чего было обеспечено более равномерное распределение внутренних остаточных напряжений в клеевом соединении, при отслаивании.

Смещение оптимума содержания меркаптосилана в сторону большей концентрации, в присутствии белой сажи, объяснялось сорбцией меркаптосилана на поверхности белой сажи. На основании этого можно предположить, что рост адгезионных характеристик при увеличении содержания меркаптосилана для грунта, содержащего белую сажу, может быть связан не только с увеличением количества химических связей между стальным субстратом и адгезивом, но и появлением химических связей между полимерной матрицей и активным наполнителем. Это привело к увеличению модуля вулканизированной пленки праймера

Таким образом, природа активного наполнителя в резиновых клеях оказывает влияние на их адгезионные свойства. Присутствие кремнеземного наполнителя в составе адгезионной композиции значительно снижает эффективность применения бифункциональных силанов в качестве промоторов адгезии к поверхности металлов или других неорганических субстратов, и требует увеличения их расхода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кандырин К. Л., Мясникова Н. С. Новые агенты сочетания белой сажи с каучуком и способы повышения их эффективности // Каучук и резина. – 2011. – № 6. – С. 36-41.

2. Адсорбция на минеральных поверхностях / М. А. Петрунин, Л. Б. Максаева, Н. А. Гладких [и др.] // Физикохимия поверхности и защита материалов. – 2021. – Т. 57, № 5. – С. 451–468.