

вания в изопропаноле в ультразвуковой ванне); ТРГ9 – ТРГ, полученный нагревом промышленного интеркалированного графита.

Анализ полученных данных показал, что введение добавок ТРГ1, ТРГ2, ТРГ9 и ОГ привело к снижению вязкости на 3,5–5,1%, а введение ГНП – на 8,4% по сравнению со стандартной смесью, которая не содержала добавок. При этом снизилась скорость вулканизации и увеличилось время достижения оптимальной степени вулканизации (на 30–35%). По-видимому, снижение вязкости связано с увеличением свободного пространства между макромолекулами каучука и уменьшением силы их межмолекулярного взаимодействия, что привело к облегчению ориентации молекул в пространстве под действием сдвиговой нагрузки. Снижение скорости вулканизации и увеличение индукционного периода может быть связано как с наличием кислотных групп, так и с адсорбцией компонентов вулканизующей группы на поверхности добавок.

УДК 667.613.3

А.Л. Шутова, доц., канд. техн. наук,
Н.Р. Прокопчук, проф., д-р хим. наук,
Е.Н. Сабадаха, ст. преп., канд. техн. наук,
А.Н. Потапчик, студ.
(БГТУ, г. Минск)

ОСОБЕННОСТИ ЗАЩИТЫ ЛАКОКРАСОЧНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ ТРУБОПРОВОДОВ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

С целью снижения количества аварий, вызванных коррозионными повреждениями трубопроводов тепловых сетей, проведена исследовательская работа, в результате которой осуществлен выбор типа защитных антикоррозионных покрытий.

Лакокрасочные покрытия для трубопроводов тепловых сетей должны обладать высокими защитными свойствами и сохранять их в условиях эксплуатации при воздействии следующих факторов: тепло, влага, одновременное воздействие тепла и влаги, агрессивные среды. Поэтому основными критериями оценки пригодности лакокрасочных покрытия для защиты трубопроводов являются термостойкость, термовлагостойкость, стойкость к статическому воздействию агрессивных сред (вода, кислый раствор pH = 2,5, щелочной раствор pH = 10,5, 3%-ый и 9%-ый раствор хлорида натрия) и способность сохранять физико-механические свойства покрытий на определенном уровне после воздействия вышеперечисленных факторов [1]. До и после полного

цикла ускоренных испытаний защитное антакоррозионное покрытие должно сохранять физико-механические показатели на следующем уровне: прочность при ударе – не ниже 30 см; адгезия – не более 2 баллов; водопоглощение – не более 0,6% после 120 ч нахождения в воде.

С целью подбора лакокрасочных материалов для окрашивания трубопроводов тепловых сетей по разработанной программе испытаны лакокрасочные материалы на основе алкидных, полиуретановых, эпоксидных и органосиликатных пленкообразователей. Одно- и двухслойные (системы) покрытия, характеризующиеся наилучшими защитными свойствами (таблица 1), получены на основе следующих лакокрасочных материалов: грунт-эмаль «ИЗОЛЭП-mastic» (№1), эпоксидная краска HEMPADUR 15570 (№2), эпоксидная грунтовка TEKNOP-LASTPRIMER 7 MIOX (№3), эпоксидная краска INERTAMASTIC-MIOX (№4).

Время высыхания лакокрасочных материалов определяет производительность окрасочных работ и время, через которое можно проводить теплоизоляцию окрашенной поверхности. Образцы ЛКМ №1, №2, №5 достигают 1 степени высыхания достаточно быстро (менее 1 ч).

Таблица 1 – Свойства лакокрасочных покрытий

| Наименование показателя | №1 | №2 | №3 | №4 |
|--|-----------|-----------|---------|-----------|
| Время высыхания при (20±2)°C до 1 степени, ч, не более | 3 | 1,5 | 0,9 | 1,3 |
| Физико-механические свойства до (после) термообработки при 120°C в течение 375 ч: | | | | |
| прочность при ударе, см, не менее | 35 (20) | 40 (30) | 50 (15) | 35 (20) |
| адгезия, балл, не более | 1 (1) | 1 (1) | 2 (2) | 2 (2) |
| водопоглощение, %, не более | 1,1 (2,7) | 0,5 (0,5) | 0 (1,4) | 0,5 (0,2) |
| Термовлагостойкость покрытий, циклы | | | | |
| – однослойных | 28 | 50 | 50 | 50 |
| – двухслойных | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Стойкость двухслойных покрытий к статическому воздействию агрессивных сред при (20±2)°C, сут | | | | |
| – вода | 90 | 90 | 90 | 90 |
| – 3% раствор NaCl | 90 | 90 | 90 | 90 |
| – 9% раствор NaCl | 90 | 70 | 90 | 90 |
| – раствор HCl (pH=2,5) | 90 | 90 | 90 | 90 |
| – раствор NaOH (pH=10,5) | 13 | 90 | 90 | 90 |

В процессе термообработки при 120°C в покрытиях происходят различные физические и химические процессы: испарение остаточных растворителей, продолжение химического отверждения и последующая

деструкция, что влияет на физико-механические свойства покрытий. Чрез 375 ч термообработки водопоглощение только покрытий №2 и №4 составляло менее 0,6%, а прочность при ударе покрытий №2 соответствовала необходимым требованиям. Адгезия всех исследуемых покрытий осталась на допустимом уровне.

Лакокрасочное покрытие №1 характеризуется неплохой термо-влагостойкостью, которая возрастает в 2 раза при увеличении толщины покрытия. Максимальное количество циклов увлажнение – сушка выдержали покрытия №2–№4. Лакокрасочный материал № 1 не защищает поверхность от воздействия щелочных растворов. Лакокрасочные материалы №2, №3, №4 характеризуются наилучшей стойкостью к статическому воздействию агрессивных сред, так и к одновременному воздействию тепла и влаги как в однослойных покрытиях, так и двуслойных. Следовательно, именно эти лакокрасочные материалы обеспечивают максимальную защиту трубопроводов тепловых сетей.

ЛИТЕРАТУРА

1 Защита от коррозии лакокрасочными материалами трубопроводов тепловых сетей / А.Л. Шутова [и др.] // Современные электрохимические технологии и оборудование: материалы: материалы международной научно-технической конференции, Минск, 24–25 ноября 2016 г. / БГТУ. – Минск : БГТУ, 2016. – С. 114–117.

УДК 678.664+678.027.7

Р.М. Долинская, доц., канд. хим. наук

О.В. Бомбер, инж.

(БГТУ, г. Минск)

ПОДБОР ОТВЕРДИТЕЛЯ ДЛЯ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ЛИНЕЙНОГО ПОЛИМЕРА С КОНЦЕВОЙ ИЗОЦИАНАТНОЙ ГРУППОЙ

Полиуретановые эластомеры находят широкое практическое применение в различных областях промышленности, сельском хозяйстве и быту, благодаря комплексу ценных свойств. Обладая уникальным сочетанием показателей стойкости к абразивному износу, прочности, твердости, они не лишены недостатков, к важнейшим из которых можно отнести недостаточную эластичность, термостойкость, сложность технологии и высокую стоимость. В этой связи работа, посвященная разработке эффективных технологий получения полиуретановых полимерных композиционных материалов, является актуальной и целесообразной. Целью данного исследования является изуче-