УДК 667.638; 678

А.Я.БАШКАРЕВ, В.А.СЫТОВ, В.И.ВЕТТЕГРЕНЬ, А.А.ЛЕБЕДЕВ, В.Б.КУЛИК

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ТРЕЩИН В КРУПНОМАСШТАБНЫХ ОБЪЕКТАХ

Разработаны рецептуры низковязкой ненаполненной композиции, предназначенной для герметизации сварных швов и инъектирования в мелкие трещины при низких давлениях, с двумя вариантами отверждения: при температурах 15-30 и 4-15 °С. Созданы рецептуры наполненных композиций: для инъектирования в мелкие трещины, заделки каверн и дефектов на плоских поверхностях и для заполнения крупных трещин и пор при высоком давлении. Подобран активный разбавитель для регулирования вязкости наполненных материалов. Разработано механическое устройство для измерений адгезионной прочности композиций в диапазоне температур от –70 до 150 °С. Установлено, что по величине адгезионной прочности разработанные клеи могут быть использованы для ремонта стальных конструкций, а компаунды – для «залечивания» трещин в бетоне и гранитных основаниях.

Chemical composition for sealing hermetically of seam welding and filling of small cracks at small pressures had been developed. The compositions have two variants of solidified: first is for working at 15-30 °C, and the second is for 4-15 °C. There are created two filling composition. The first is designated for injection in small cracks and cover of cavern and defects on flat surfaces. The second is designated for filling of large cracks and pores at high pressures. It is adopted the active diluents for regulation of viscosity filled materials. The mechanical equipment for measurement of strength at temperatures from –70 to 1500 °C is constricted. It is found that adhesion's strength of developed glues has enough value for repair of steels constructions. The same developed compounds can be used for injection in macro cracks in concrete and granite foundations.

Исследования индивидуальных свойств отечественных эпоксидных олигомеров как в исходном, так и в отвержденном состоянии выявили необходимость модификации композиции с целью достижения необходимой вязкости приготовленного компаунда и повышения прочностных, деформационных и адгезионных характеристик отвержденного материала при температуре приготовления и эксплуатации материала от 4 °С и выше.

Основой для разработки эпоксидных композиций была выбрана диановая эпоксидная смола с содержанием эпоксидных групп 19-20 %. Для модификации были опробованы олигомерные каучуки различной природы: карбоксилатный каучук, олигодиенуретанэпоксид, тиокол. В качестве регулятора вязкости использовали активный разбавитель с содержанием эпоксидных групп 25 %. Эластифицирующим компонентом был выбран тиокол. Наполнителем являлся кальцит дисперсностью 10 и 20 мкм.

Для производства ремонтных работ при низкой (от 4 до 15 °С) и умеренной (от 15 до 30 °С) температурах в качестве отвердителей были выбраны алифатический аминный отвердитель средней активности и высокоактивный аминофенольный отвердитель.

На первом этапе осуществлялась отработка состава низковязкой ненаполненной системы, обеспечивающей заполнение мелких трещин при инъектировании.

К этому составу предъявляются следующие требования:

- возможность приготовления и отверждения при температуре от 4 °С;
- вязкость при 5 °С не более 8 Па·с;
- высокая адгезионная прочность.

Для выбора компаунда были приготовлены образцы, в которых содержание варь-

ировалось тиокола от 15 до 25 частей и разбавителя от 10 до 30 частей на 100 частей диановой эпоксидной смолы по массе. Затем было проведено отверждение смолы при комнатной температуре. Необходимое количество отвердителя определялось исходя из содержания эпоксидных групп в каждой композиции. В результате исследований установлено, что наилучшими показателями обладает компаунд с аминным отвердителем, которому было присвоено название компаунд марки КС-1.

На втором этапе осуществлялась разработка наполненного высоковязкого компаунда с использованием в качестве наполнителя кальцита с дисперсностью 10 и 20 мкм.

Были получены две композиции: одна с вязкостью около 500 Па·с при 5 °С для заделки мелких, в том числе вертикальных трещин, каверн и дефектов на плоских поверхностях (КС-2), и другая с вязкостью около 100 Па·с для инъектирования в крупные трещины под большим давлением (КС-3).

На третьем этапе осуществлялся выбор активного разбавителя для оперативного регулирования вязкости компаунда КС-2 на месте применения. В результате исследований был выбран активный разбавитель (при 5 °С вязкость 0,85 Па·с, при 20 °С вязкость 0,1 Па·с), способный образовывать единую сшитую систему с компаундом в отвержденном состоянии. В комплекте с отвердителем этому материалу было присвоено название компаунд КС-4.

Разработаны механическое устройство, термокамеры для измерений прочности в диапазоне температур от –70 до 150 °С и устройство для приготовления образцов.

Измерена адгезионная прочность клеев к металлам и компаунда к бетону и граниту. Для клеев к стали 3 при 25 °С она составила от 170 до 300 МПа, в зависимости от строения клея. Адгезионная прочность разработанных компаундов к бетону 400 и граниту 100-105 МПа.

ВЫВОДЫ

1. Разработанные клеи перспективны для ремонта стальных конструкций, а компаунды – для «залечивания» крупных и мелких трещин при восстановлении монолитности сооружений из бетона и гранитных оснований.

2. Разработанная для испытаний установка может быть использована для проведения студенческих лабораторных работ по курсу «Прочность и долговечность композиционных материалов» на механико-машиностроительном факультете университета.