

## ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертацию Дьяченко Павла Борисовича «Быстротвердеющие конструкционные композиционные материалы на основе акриловых связующих», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов.

Полимерные композиционные материалы благодаря комплексу ценных характеристик имеют важное значение для различных отраслей народного хозяйства. Одна из этих отраслей – дорожное строительство и ремонт объектов транспортной инфраструктуры. Однако, выполнение ремонтно-восстановительных мероприятий характеризуется рядом особенностей, связанных с необходимостью их проведения круглогодично, в сжатые сроки, без возможности переноса сроков. Специфика работ формулирует основные требования к используемым материалам – это должны быть холоднотвердеющие конструкционные композиты с высокой скоростью отверждения в широком температурном интервале, быстрым достижением эксплуатационных показателей прочностных и адгезионных свойств, а также длительной стойкостью к силовым и природно-климатическим нагрузкам.

Композиты на основе акриловых связующих, в частности, метилметакрилата (ММА), характеризуются высокой скоростью отверждения при различных (в том числе отрицательных) температурах. Это делает перспективным разработку именно на их основе конструкционных композитов, отвечающих современным требованиям ремонтных работ и учитывающих их специфику. Решению данной **актуальной** (но нереализованной к моменту начала рецензируемого исследования) задачи и посвящена диссертационная работа Дьяченко П.Б.

**Научная новизна.** На базе установленных в работе кинетических закономерностей отверждения ПКМ определены оптимальные составы и содержания двухкомпонентных иницирующих систем для заданного интервала температур. Найдены добавки, повышающие адгезию ПКМ к цементобетону. Показано, что небольшие дозировки нанопорошков различной природы влияют на кинетику отверждения ПКМ, ММ полимера, прочностные показатели композита. Выявлены перспективные для применения нанодобавки (диоксид титана, графен).

**Практическая значимость.** Разработана ремонтноудобная акриловая композиция, обеспечивающая выполнение требований СП 121.13330.2012 «Аэродромы.



Актуализированная версия СНиП 32 – 03 – 96» по времени отверждения в интервале температур минус 25 – плюс 25°С, прочности и адгезии к цементобетону. Композиция прошла промышленную апробацию на аэродромах гг. Москвы, Казани, Ярославля, Минеральных Вод с положительным результатом.

**Достоверность научных результатов и выводов, содержащихся в диссертации,** подтверждается воспроизводимостью и взаимной дополняемостью статистически обработанных экспериментальных данных, полученных с использованием современных методов исследования, а также воспроизводимостью результатов лабораторных исследований и промышленной апробации.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы (172 источника) и пяти приложений. Работа изложена на 269 страницах, содержит 40 рисунков, 22 таблицы.

Во **введении** изложена актуальность проведенного исследования, сформулированы цели и задачи работы, ее научная новизна и практическая значимость.

**Первая глава** диссертации представляет собой обзор литературы и посвящена анализу характерных особенностей выполнения ремонтно-восстановительных работ цементобетонного дорожного покрытия. Проведена оценка основных показателей (физико-механические свойства, температурные интервалы применения) сертифицированных Федеральным агентством воздушного транспорта России материалов; выявлены их основные недостатки – низкая скорость отверждения, использование только при положительных температурах (за исключением импортных композитов марки «Silikal» на основе акриловых связующих), неучет специфики ремонтных работ.

Во **второй главе** приведена методическая часть работы – объекты и методы исследования. Для выполнения поставленных в работе целей автором диссертации были использованы современные методы исследования: дифференциальная сканирующая калориметрия, ИК-Фурье спектроскопия, сканирующая электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ, вискозиметрия, а также разрушающие и неразрушающие методы определения физико-механических свойств.

**Третья глава** диссертации посвящена изучению влияния условий отверждения (температура, содержание компонентов иницирующей системы) на процесс набора прочности высоконаполненных композитов на основе ММА.



В результате проведенных автором исследований найдены оптимальные для пониженных температур отверждения количества ПБ и ДМА, введение которых позволило получить ПКМ на основе ММА с максимальной величиной прочности на сжатие. Впервые экспериментально обоснована необходимость проведения процедуры оптимизации (корректировки) содержания ПБ и ДМА: показано, что при использовании скорректированных для каждой температуры количеств компонентов иницирующей системы ускоряется процесс набора прочности полиметилметакрилатных композитов.

В **четвертой главе** представлены результаты исследования влияния условий формирования адгезионной связи, моделирующих проведение ремонтных работ (температура отверждения, влажность ремонтируемой подложки, горизонтальное и вертикальное расположение поверхностей контактирующих материалов) на прочность сцепления и долговечность контакта «цементобетон – ПКМ». Особую значимость имеют выявленные автором рецептурно-технологические возможности обеспечения высокой величины прочности сцепления (более 3,0 МПа) в условиях невозможности обеспечения качественной подготовки ремонтируемой или восстанавливаемой подложки. Полученные данные являются важной предпосылкой для оценки разработанных композитов именно в качестве ремонтных, что выгодно отличает их от проанализированных в первой главе диссертации отечественных и зарубежных материалов-аналогов.

Выбор в качестве критерия долговечности адгезионного контакта величины прочности сцепления после совместного циклического действия знакопеременных температурных нагрузок и водного раствора NaCl представляется обоснованным с учетом известного факта сильного разрушающего действия данных условий испытаний на прочность композитов на основе цементных вяжущих. Незначительное понижение прочности адгезионного контакта (не более 14%) для ПКМ на основе модифицированного связующего после 50 циклов выбранного вида воздействия позволяет высоко оценивать долговечность адгезионного соединения (фактически эксплуатационный ресурс) разработанных диссертантом ремонтных композитов.

Важным является то, что введение наиболее эффективного модификатора – метакриловой кислоты – не только повышает адгезионную прочность, но и увеличивает скорость набора прочности (особенно при низких температурах отверждения).

**Пятая глава** посвящена исследованию влияния наноразмерных изо- и анизодиаметрических наполнителей (всего 13 модификаторов) на время достижения твердого стеклообразного состояния при радикальной полимеризации ММА *in situ* в массе (в присутствии системы ПБ–ДМА), молекулярную массу и температуру стеклования формирующегося полиметилметакрилата, а также на физико-механические свойства



высоконаполненных композитов. Показана целесообразность использования для повышения (на 15–20%) величины прочности на сжатие высоконаполненных композитов нанопорошка оксида титана, а также графеновых частиц.

В **шестой главе** представлены результаты внедрения разработанных композитов при ремонте верхних слоев цементобетонного аэродромного полотна в ряде аэропортов (в различных природно-климатических зонах России). Важным достоинством проведенной апробации являются положительные результаты мониторинга отремонтированных фрагментов дорожного покрытия после действия эксплуатационных нагрузок.

Разработанные в диссертационной работе Дьяченко П.Б. рецептуры высоконаполненных композитов на основе акриловых связующих могут быть рекомендованы специализированным строительным и ремонтным организациям (в том числе Министерства по чрезвычайным ситуациям) в качестве составов для ремонта цементобетонного дорожного покрытия (в том числе при неблагоприятных температурно-влажностных условиях и ограниченном времени его выполнения).

Результаты работы Дьяченко П.Б. представлены на международных и российских конгрессах и конференциях. Основное содержание диссертации изложено в восьми публикациях, в том числе в шести статьях в журналах, рекомендованных ВАК для публикации материалов диссертации.

По диссертационной работе можно сделать следующие **замечания**:

1. В диссертации конкретные рецептуры рекомендуемых к реальному использованию композиций не приводятся.
2. Разработанные композиты с высокой скоростью набора прочности рекомендованы для низких температур отверждения, однако другие данные по физико-механическим свойствам, кроме прочности на сжатие, не приводятся.
3. Не изучена прочность адгезионного контакта ПКМ с цементобетонной подложкой при пониженных и повышенных температурах, что, очевидно, также определяет долговечность адгезионного контакта.
4. Не оценен масштабный фактор использования разработанных ПКМ. То есть, до какого размера дефекта возможно и целесообразно применять созданные композиции.
5. Приложения А-Г к диссертации излишни и только утяжеляют (в прямом и переносном смысле) работу. Приложение Д вполне уместно.

Однако, эти замечания не снижают общей положительной оценки данной работы.



Считаю, что диссертация Дьяченко П.Б. «Быстротвердеющие конструкционные композиционные материалы на основе акриловых связующих» является законченной научно-квалифицированной работой, в которой решена актуальная и значимая задача – разработаны рецептуры конструкционных композитов с высокой скоростью отверждения в широком температурном интервале, учитывающие современную специфику ремонтно-восстановительных работ цементобетонного дорожного покрытия. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов в пункте 3 формулы специальности и в пункте 2 области исследований, оформлена согласно требованиям, содержание автореферата и опубликованные труды отражают основные результаты и выводы проведенных исследований.

Данная работа соответствует требованиям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Дьяченко Павел Борисович, безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов.

#### Официальный оппонент

Советник генерального директора  
по научным вопросам  
ООО «Научно-исследовательский институт  
эластомерных материалов и изделий»,  
Заслуженный деятель науки РФ  
доктор технических наук, профессор  
(специальность 05.17.06 – Технология и  
переработка полимеров и композитов)

Подпись Ю.Л. Морозова заверяю.

*Генеральный директор - В.Г. Скрибинский*

*03.06.2016*

Ю.Л. Морозов

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт эластомерных материалов и изделий» (ООО «НИИЭМИ»)

111024, г. Москва, Перовский проезд, д.2, стр. 1

Телефон: +7(495) 600-07-60; +7(495) 604-42-12; Факс: +7(495) 600-06-42

E-mail: mail@niiemi.com