ARMY

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ «АРМИЯ-2020»

КОНФЕРЕНЦИЯ
«КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ»

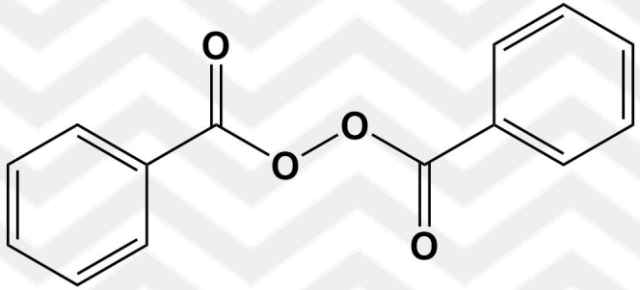
Актуальные области применения всепогодных быстротвердеющих конструкционных материалов (полимербетонов) на основе акриловых связующих в инженерных сооружениях и транспортной инфраструктуре

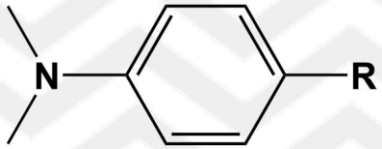
Тимерханов С.А.; Дьяченко П.Б., к.т.н.; Никитюк А.И., к.т.н.; Писаренко Е.И., к.х.н.; Корчмарек А.С.

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,
малое инновационное предприятие Менделеевского университета («Центр «Полимер» - РХТУ»)

АКРИЛОВЫЕ ПОЛИМЕРБЕТОНЫ

Высоконаполненные (более 80 мас.%) полимерные композиты на основе акриловых связующих и минеральных природных наполнителей различной дисперсности, отверждающиеся с высокой скоростью вплоть до минус 50°С под действием окислительно-восстановительных инициирующих систем типа пероксид бензоила – третичные амины.





ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АКРИЛОВЫХ ПОЛИМЕРБЕТОНОВ

- ✓ **аварийные и плановые ремонтно-восстановительные работы** (ямочный ремонт) **аэродромных покрытий** (взлетно-посадочные полосы, рулежные дорожки, места стоянок воздушных судов, перрон);
- ✓ **ремонт шелушения аэродромных покрытий**;
- ✓ **ремонт и защита водоприемных лотков, водостоков, колодцев** (способом шпатлевания).

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ «АРМИЯ-2020»
23–29 АВГУСТА 2020
ПАТРИОТ ЭКСПО

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АКРИЛОВЫХ ПОЛИМЕРБЕТОНОВ

- ✓ **устройство и ремонт переходных зон деформационных швов эстакад, путепроводов, мостов;**
- ✓ **ремонт участков дорожного покрытия, примыкающих к железнодорожным переездам;**
- ✓ **конструкционный ремонт и восстановление несущей способности** перекрытий, балок, колонн и других элементов **цементо- и железобетонных сооружений и конструкций.**

АКРИЛОВЫЕ ПОЛИМЕРБЕТОНЫ

$R^{7\ сут} > 60$ МПа
$R_{tb}^{7\ сут} > 16$ МПа
$A^{7\ сут} > 3{,}5$ МПа

$\tau_а = 40 - 60$ мин

$R^{1.5\ ч} > 45$ МПа
$R_{tb}^{1,5\ ч} > 14$ МПа
$R^{1\ сут} > 55$ МПа
$R_{tb}^{1\ сут} > 15$ МПа

Интервал применения:
от минус 40°С до +50°С

Для полимербетонов на основе акриловых связующих характерно уникальное сочетание:

- высоких адгезионных и деформационно-прочностных показателей;
- морозостойкости;
- износостойкости;
- химстойкости;
- высоких скоростей отверждения и набора прочности в широком температурном интервале.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ «АРМИЯ-2020»
23–29 АВГУСТА 2020
ПАТРИОТ ЭКСПО

ХАРАКТЕРИСТИКИ АКРИЛОВЫХ ПОЛИМЕРБЕТОНОВ

Параметр	Значение
Время отверждения, мин	40-60
Температурный интервал применения, °С	от минус 40 до +50
Водопоглощение по массе за 24 часа, %	<0,01
Прочность на сжатие R, Мпа, в возрасте: - 1,5 часа - 1 сутки - 7 суток	 >45 >55 >60
Прочность на растяжение при изгибе R_{tb}, МПа, в возрасте: - 1,5 часа - 1 сутки - 7 суток	 >14 >15 >16
Прочность сцепления (адгезия) А, МПа, в возрасте 7 суток:	>3,5
Марка по морозостойкости бетона дорожных и аэродромных покрытий и бетона конструкций, эксплуатирующихся в минерализованной воде F_2, циклы	> 300

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АКРИЛОВЫХ ПОЛИМЕРБЕТОНОВ

Характеристики акриловых полимербетонов не только выгодно их отличают от традиционных цементных материалов, но и делают весьма перспективным разработку на их основе новых составов для:

- химических анкерных систем;
- тактильных элементов;
- покрытий противоскольжения и др.

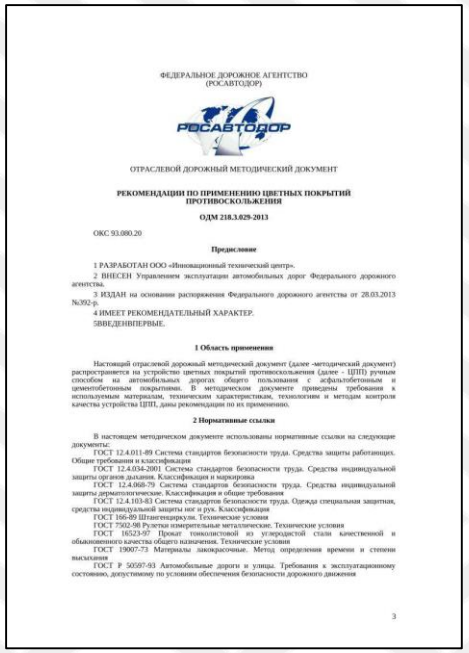
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ «АРМИЯ-2020»
23–29 АВГУСТА 2020
ПАТРИОТ ЭКСПО

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ: ПРОТИВОСКОЛЬЗЯЩИЕ ПОКРЫТИЯ

Формирование противоскользящих покрытий на пористых и непористых (стекло- и углепластик) основаниях:

- пешеходные переходы;
- железнодорожные перроны;
- остановки общественного транспорта;
- велосипедные дорожки;
- участки дорог повышенной опасности (повышенная кривизна, уклоны и др.) около школ, больниц и т.п.;
- ступени и пандусы;
- сборно-разборные металлические и стеклопластиковые конструкции Минобороны и МЧС и т.д.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ «АРМИЯ-2020»
23–29 АВГУСТА 2020
ПАТРИОТ ЭКСПО



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

РОСАВТОДОР

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЦВЕТНЫХ ПОКРЫТИЙ ПРОТИВОСКОЛЬЖЕНИЯ

ОДМ 218.3.029-2013

ОКС 93.080.20

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН ООО «Инновационный технический центр».

2 ВНЕСЕН Управлением эксплуатации автомобильных дорог Федерального дорожного агентства.

3 ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 28.03.2013 №392-р.

4 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР.

5ВВЕДЕНВПЕРВЫЕ.

1 Область применения

Настоящий отраслевой дорожный методический документ (далее -методический документ) распространяется на устройство цветных покрытий противоскольжения (далее - ЦПП) ручным способом на автомобильных дорогах общего пользования с асфальтобетонным и цементобетонным покрытиями. В методическом документе приведены требования к используемым материалам, техническим характеристикам, технологиям и методам контроля качества устройства ЦПП, даны рекомендации по их применению.

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

ГОСТ 12.4.034-2001 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация и маркировка

ГОСТ 12.4.068-79 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты дерматологические. Классификация и общие требования

ГОСТ 12.4.103-83 Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация

ГОСТ 166-89 Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 16523-97 Прокат тонколистовой из углеродистой стали качественной и обыкновенного качества общего назначения. Технические условия

ГОСТ 19007-73 Материалы лакокрасочные. Метод определения времени и степени высыхания

ГОСТ Р 50597-93 Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения

3

ОДМ 218.3.029-2013.
Рекомендации по применению цветных покрытий противоскольжения.

Издан Распоряжением Федерального дорожного агентства № 392-р от 28 марта 2013 г.

ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ

1. **Сочетание высокой скорости отверждения** (не более 120 мин при 20°С), **высоких физико-механических и адгезионных свойств, стойкости к ударным нагрузкам и долговечности** (водо-, хим-, и морозостойкости).
2. **Гранулометрический состав минерального наполнителя** (более 94% от общей массы должны составлять частицы с размером от 1 до 5 мм).
3. **Учёт специфики работ при устройстве покрытий противоскольжения**:
   - различные природно-климатические условия;
   - сжатые сроки выполнения (при различных температурах) в условиях функционирующих объектов;
   - в случае применения на спецобъектах: форс-мажор, невозможность обеспечения «полноценной» технологии проведения работ и др.

ARMY
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ «АРМИЯ-2020»
23–29 АВГУСТА 2020
ПАТРИОТ ЭКСПО

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ МОНОМЕРНОГО АКРИЛОВОГО СВЯЗУЮЩЕГО

1. **Резкий неконтролируемый экзотермический характер отверждения** (при ограниченных возможностях теплоотвода) и **зависимость закономерностей отверждения от гранулометрического состава** :
   - ***при содержании связующего до 10 мас.%*** (на основе крупнодисперсных заполнителей): ***разогрев до 70°С*** (при н.у.);
   - ***при содержании связующего до 20 мас.%*** (на основе песчаных и пылевидных наполнителей): ***разогрев до 100°С*** (при н.у.).
2. **Высокая вероятность трещинообразования** вследствие затрудненности релаксации температурных напряжений: **снижение долговечности и эксплуатационного ресурса** из-за появления микро- и макротрещин.
3. Хрупкий характер разрушения: **невысокая стойкость к ударным нагрузкам** (особенно при малых толщинах).
4. **Необходимость обеспечения высоких адгезионных свойств и стойкости к ударным нагрузкам для «тонкослойных» покрытий** (до 4-6 мм).

ARMY
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ «АРМИЯ-2020»
23–29 АВГУСТА 2020
ПАТРИОТ ЭКСПО

СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ СВОЙСТВ

I. **Выявление химических и технологических возможностей повышения адгезионных и прочностных свойств** при различных (в т.ч. неблагоприятных) условиях формирования адгезионного контакта «пористое/непористое основание – композит на основе мономерного акрилового связующего».

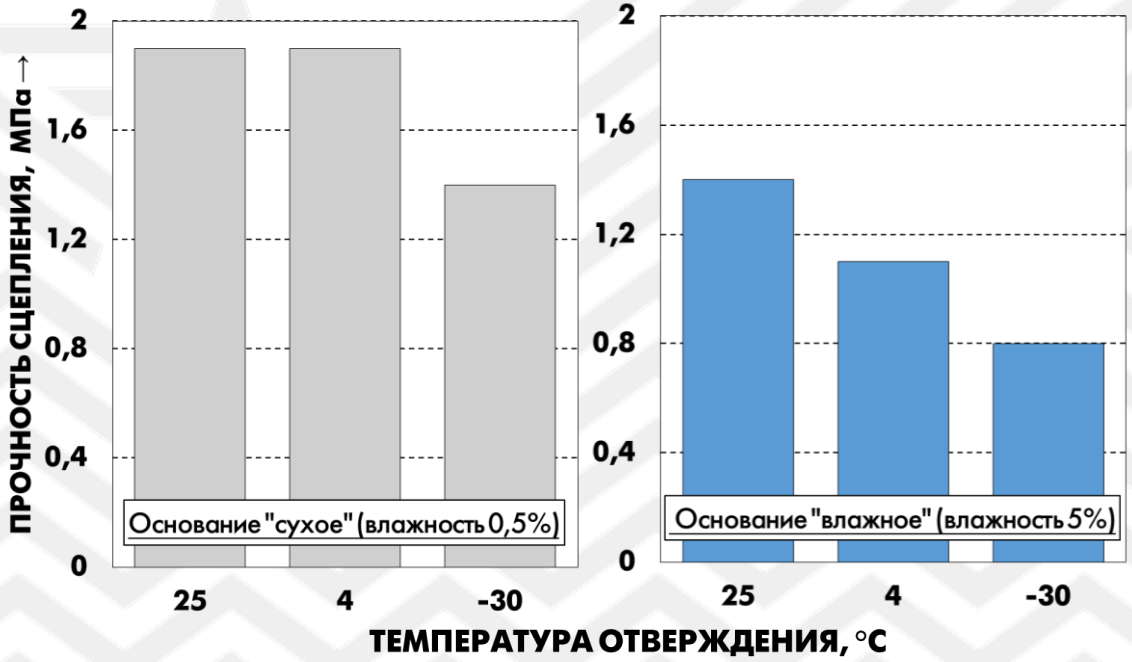
II. **Использование мономер-полимерных акриловых связующих**.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ «АРМИЯ-2020»
23–29 АВГУСТА 2020
ПАТРИОТ ЭКСПО

КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ МОНОМЕРНОГО АКРИЛОВОГО СВЯЗУЮЩЕГО И КРУПНОДИСПЕРСНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ

Влияние условий формирования и долговечности адгезионного контакта на прочность сцепления (на примере пористого основания – цементобетона):

- ***Температура отверждения:***
  среднесезонные температуры различных климатических регионов России: +25, +4, минус 30°С
- ***Температура основания:***
  +25, +4, -30°С
- ***Влажность основания:***
  0,5% для «сухого» и 5% для «влажного» (водонасыщение в течение 24ч)
- ***Знакопеременные температурные нагрузки:***
  замораживание-оттаивание в 5%-ном растворе NaCl



Ранжировка неблагоприятных условий формирования адгезионного контакта по их влиянию на прочность сцепления:

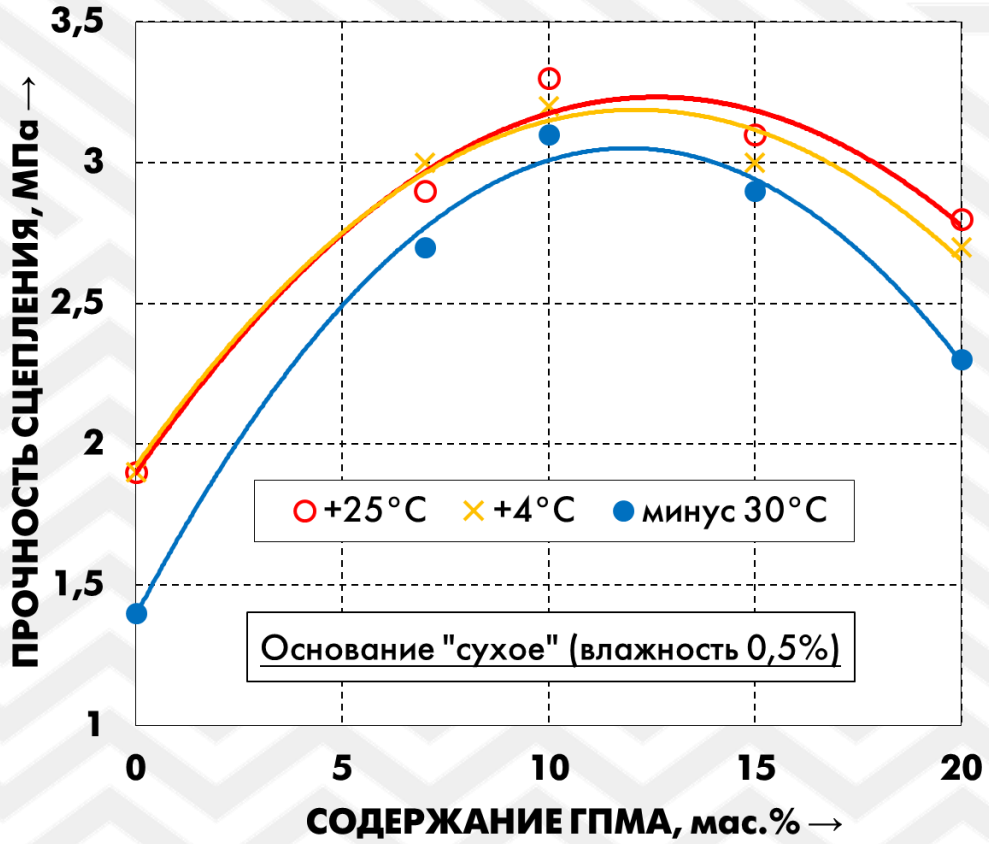
Температура основания > Влажность основания > Температура отверждения

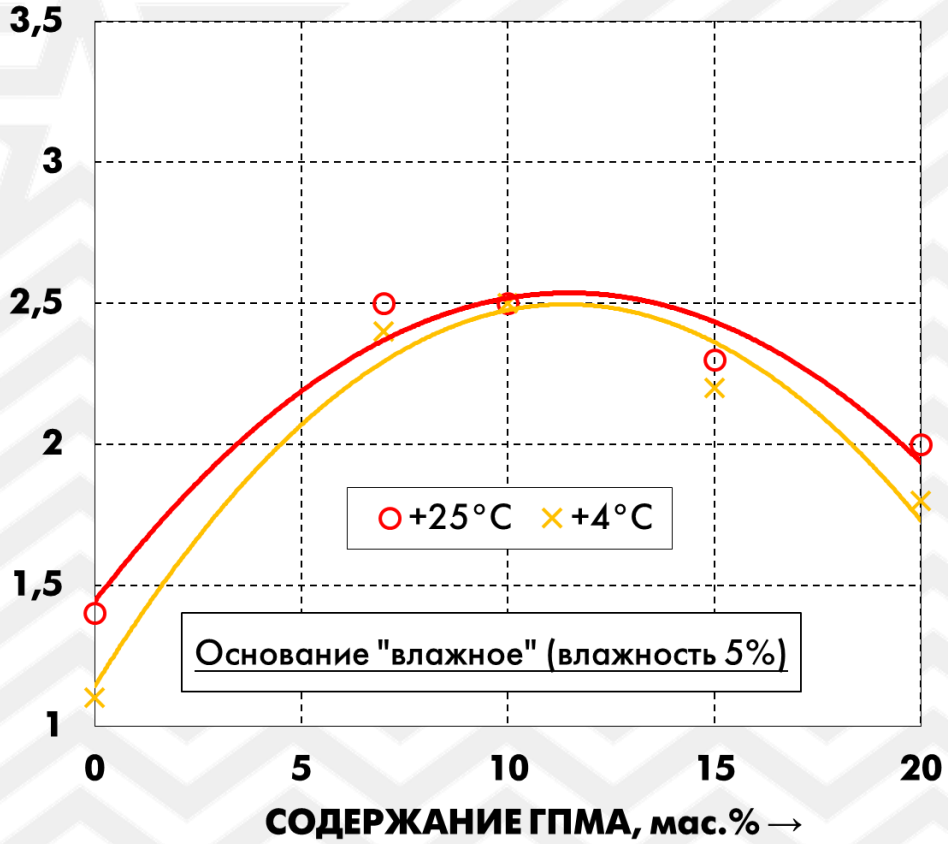
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ «АРМИЯ-2020»
23–29 АВГУСТА 2020
ПАТРИОТ ЭКСПО

КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ МОНОМЕРНОГО АКРИЛОВОГО СВЯЗУЮЩЕГО И КРУПНОДИСПЕРСНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ

Модификация мономерного связующего функционализированными акрилатами:

гидроксипропилметакрилат



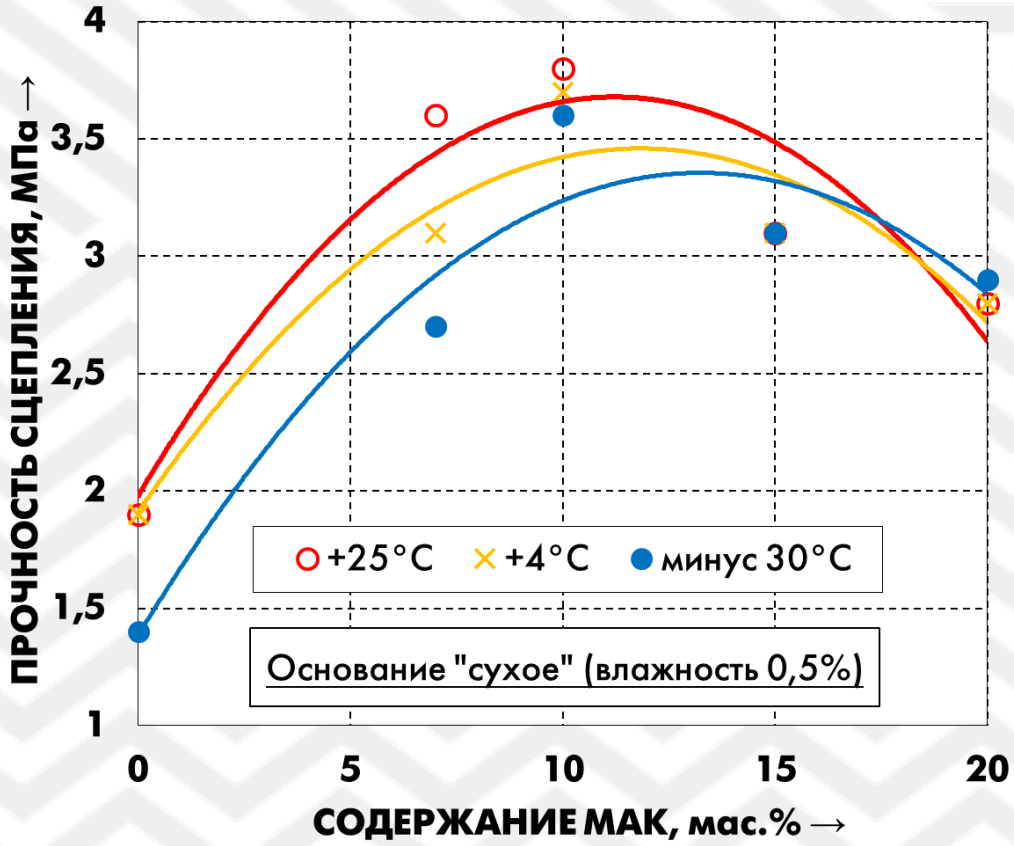


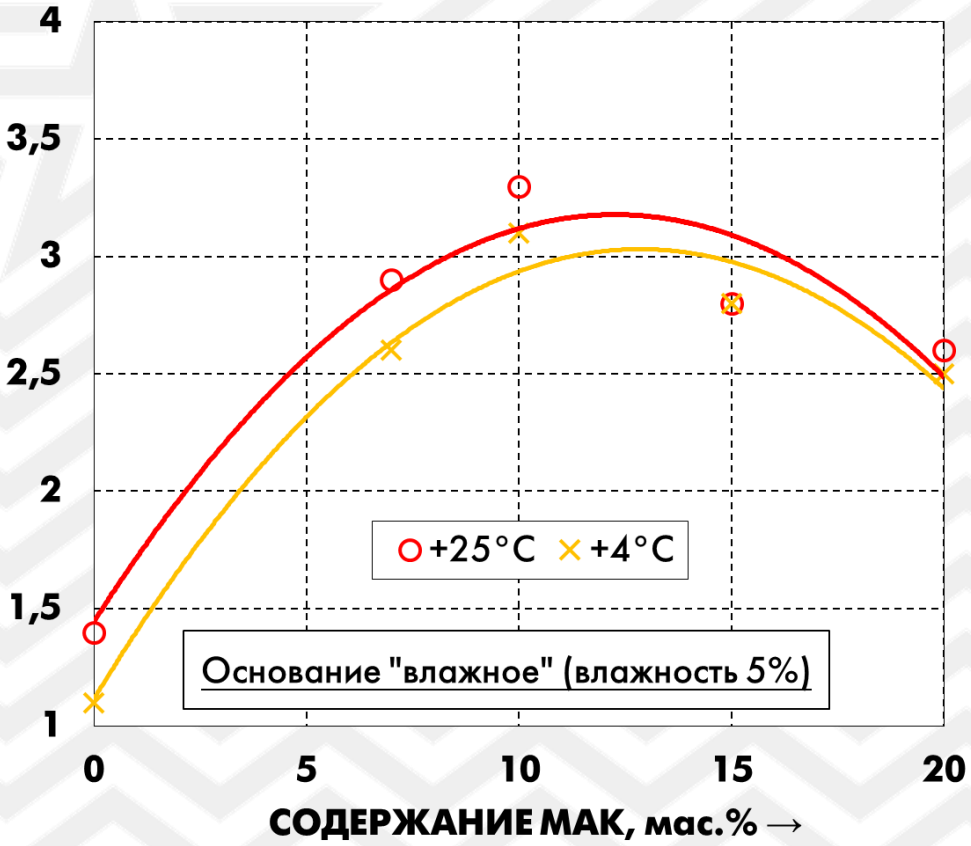
ARMY
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ «АРМИЯ-2020»
23–29 АВГУСТА 2020
ПАТРИОТ ЭКСПО

КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ МОНОМЕРНОГО АКРИЛОВОГО СВЯЗУЮЩЕГО И КРУПНОДИСПЕРСНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ

Модификация мономерного связующего функционализированными акрилатами:

метакриловая кислота

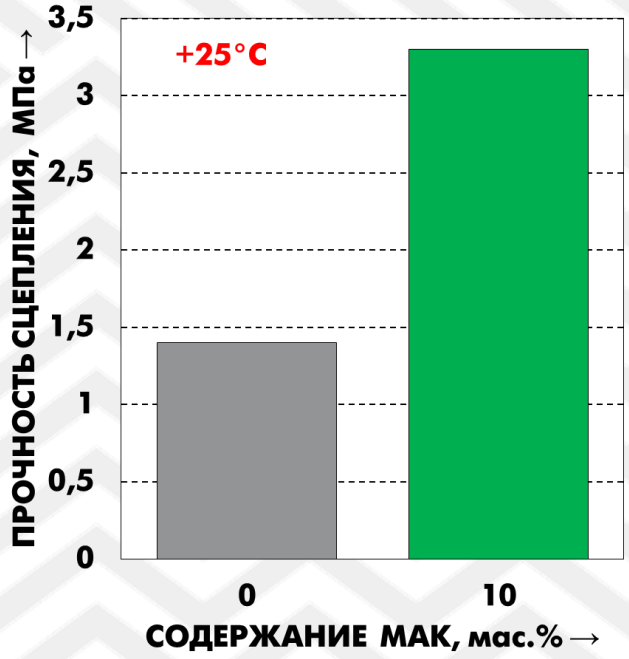


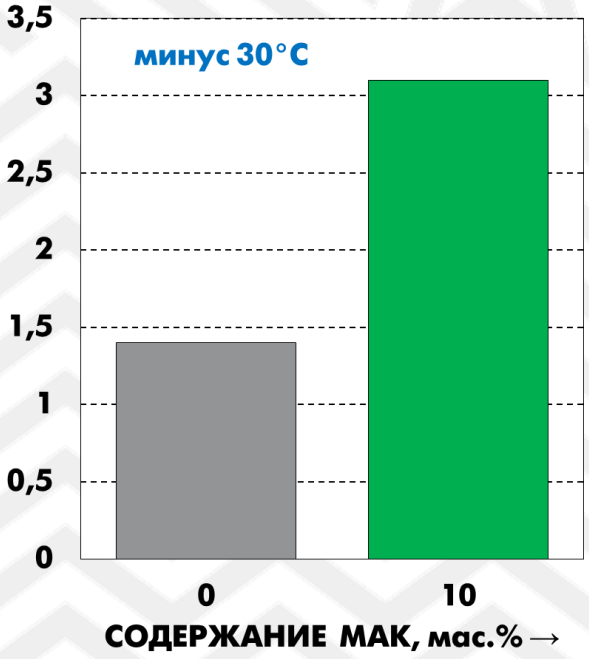


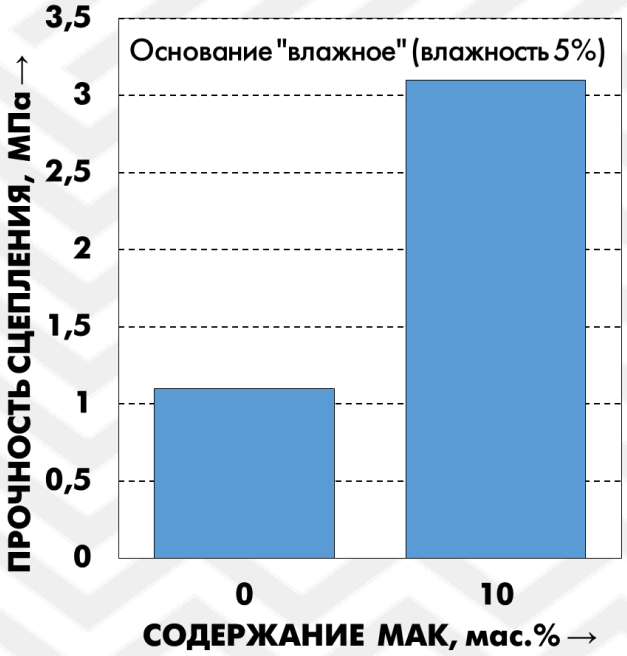
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ «АРМИЯ-2020»
23–29 АВГУСТА 2020
ПАТРИОТ ЭКСПО

I. МОДИФИКАЦИЯ МОНОМЕРНОГО СВЯЗУЮЩЕГО

1. **Гарантированно обеспечивает высокую прочность сцепления в широком температурном интервале отверждения:** более 3,3 МПа для положительных температур и более 3,1 МПа для отрицательных температур.
2. **Снижает отрицательное влияние влажности основания на адгезионную прочность:** не менее 3 МПа для «влажного» основания.



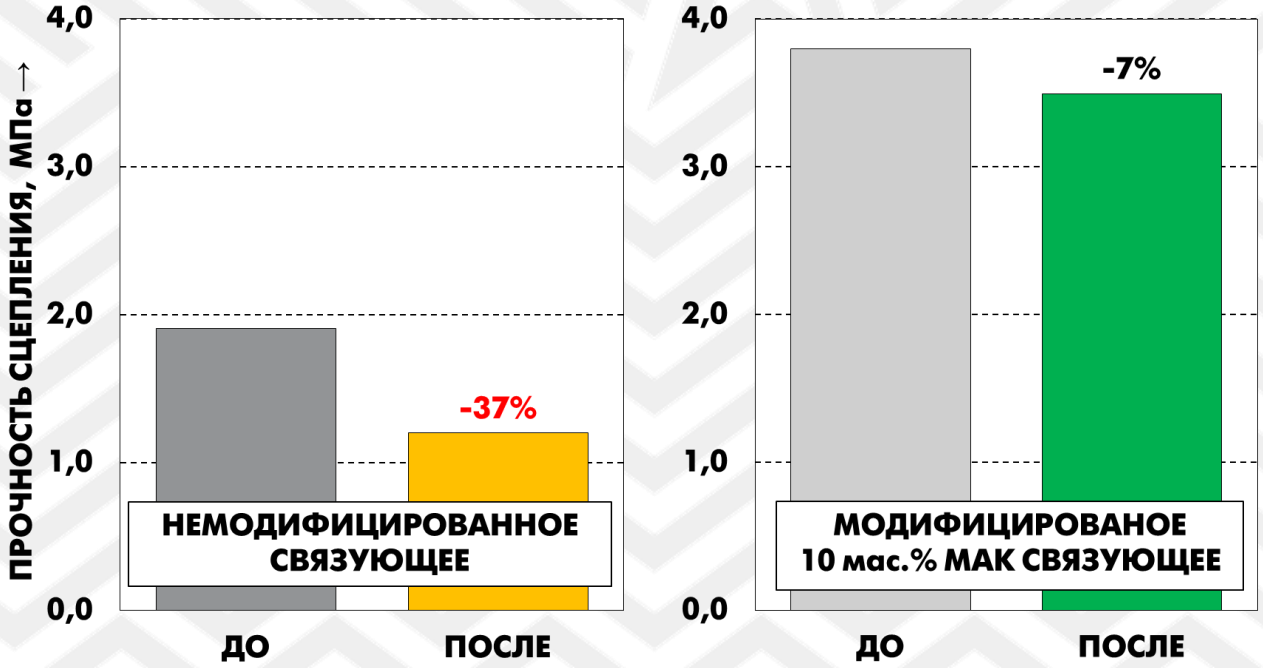




МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ «АРМИЯ-2020»
23–29 АВГУСТА 2020
ПАТРИОТ ЭКСПО

I. МОДИФИКАЦИЯ МОНОМЕРНОГО СВЯЗУЮЩЕГО

3. **Повышает долговечность адгезионного контакта** (оценивается по понижению адгезионной прочности после 50 циклов попеременного замораживания-оттаивания при температурах -50 и +25°С в 5%-ном водном растворе NaCl): более 35% для немодифицированного связующего и не более 8% для модифицированного связующего.



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ «АРМИЯ-2020»
23–29 АВГУСТА 2020
ПАТРИОТ ЭКСПО

II. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОНОМЕР-ПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМ

Полимеризация мономеров в присутствии растворенных полимеров другой природы, позволяет создавать материалы с улучшенным комплексом свойств, резко отличающимся от свойств композитов на основе гомополимеров, а также смесей, полученных через раствор или расплав.

Акриловые мономер-полимерные системы (МПС): смесь акриловых мономеров и ди- и полифункциональных эпокси(мет-)акриловых смол с реакционноспособными (мет)акриловыми группами, обеспечивающими формирование трехмерной пространственно-сшитой структуры в процессе полимеризации.

1. Использование акриловых МПС позволяет **обеспечить высокие прочностные и адгезионные свойства, а также долговечность при малых толщинах нанесения (4-6 мм).**
2. **Композиты** на основе МПС **характеризуются повышенной трещиностойкостью и стойкостью к ударным нагрузкам.**

РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ АКРИЛОВЫХ ПОЛИМЕРБЕТОНОВ

Проводятся исследования по химической модификации акрилового связующего и оптимизации состава полимербетонов на их основе, направленные в том числе и на повышение прочности сцепления и долговечности адгезионного контакта полимербетон-подложка при воздействии смоделированных условий эксплуатации (замораживание-оттаивание в растворах солей и на воздухе).

Разрабатываются противоскользящие покрытия с регулируемой скоростью отверждения в широком диапазоне температур, отличающиеся:

- улучшенными сцепными и физико-механическими свойствами;
- высокими долговечностью и адгезией к различным типам оснований (как к пористым асфальто- и цементобетонным, так и к гладким непористым металлическим и стеклопластиковым).

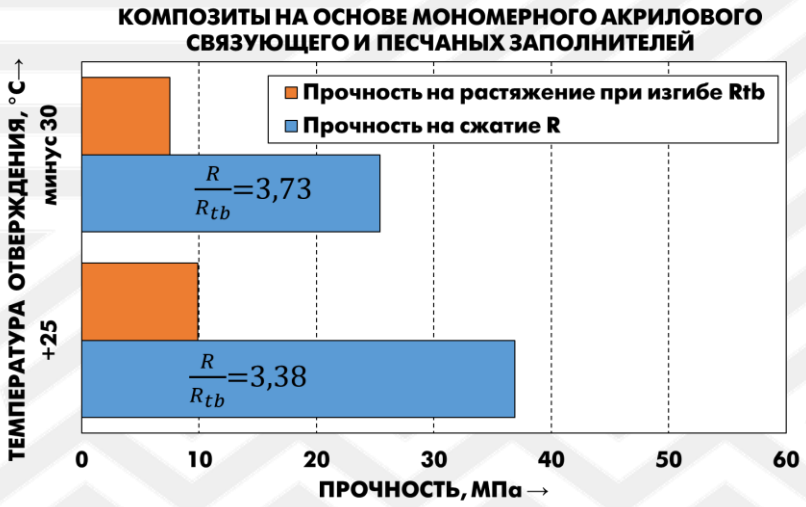
РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ АКРИЛОВЫХ ПОЛИМЕРБЕТОНОВ

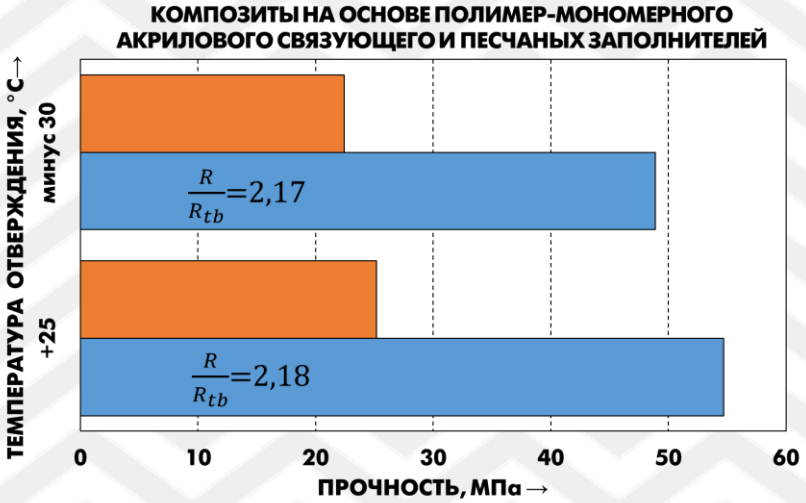
Оценена эффективность модификации мономерного связующего и использования мономер-полимерного связующего на основании измерений прочности на сжатие и прочности на растяжение при изгибе следующих составов:

- мономерное связующее и крупнодисперсные заполнители;
- мономерное связующее и песчаные заполнители;
- мономер-полимерное связующее и крупнодисперсные заполнители;
- мономер-полимерное связующее и песчаные заполнители.

Оценивалась трещиностойкость (косвенно, по уменьшению соотношения прочности на сжатие к прочности на растяжение при изгибе).

Результаты готовятся к публикации.





МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ «АРМИЯ-2020»
23–29 АВГУСТА 2020
ПАТРИОТ ЭКСПО

НЕДАВНИЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО АКРИЛОВЫМ КОМПОЗИТАМ

The Influence of the Structure of Tertiary Amines on Low-Temperature Curing of a Highly Filled Acrylic Composite Initiated with Benzoyl Peroxide
Rybalko, V.P., Pisarenko, E.I., D'yachenko, P.B., Timerkhanov, S.A., Palamarchuk, A.A., Korchmarek, A.S.
Polymer Science - Series D, 2019, 12 (3), pp. 231-235.

Modification of Acrylic Composites by Aluminosilicate Nanofillers
Rybalko, V.P., Pisarenko, E.I., D'yachenko, P.B., Timerkhanov, S.A., Korchmarek, A.S.
Polymer Science - Series D, 2019, 12 (2), pp. 111-115.

Высоконаполненные полимерные композиты на основе эпокси(мет)акриловых смол
Тимерханов С.А., Паламарчук А.А., Агеенков А.Д., Дьяченко П.Б.
В сборнике: ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В XXI ВЕКЕ Материалы XX Международной научно-практической конференции имени профессора Л.П. Кулёва студентов и молодых ученых. Томск, 2019. С. 575-576.

Исследование влияния инициирующей системы на прочностные показатели холоднотвердеющих высоконаполненных акриловых композитов
Тимерханов С.А., Паламарчук А.А., Дьяченко П.Б.
В сборнике: ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В XXI ВЕКЕ Материалы XIX Международной научно-практической конференции имени профессора Л.П. Кулёва студентов и молодых ученых. Томский политехнический университет. 2018. С. 549-550.

ARMY

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ «АРМИЯ-2020»

КОНФЕРЕНЦИЯ
«КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ»

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Контактная информация:

8(495) 6-000-801 • 8(495) 6-000-729 • rhtupol@mail.ru