

EDN: NNEOCI

УДК 625.76.08

**В. И. БРАТЧУН, Н. С. КОННОВ, А. А. СТУКАЛОВ, В. П. ДЕМЕТШКИН, Д. И. ЧЕРНЫЙ, Н. А. КРИЦЫН,
Н. В. АРСЕНОВ, Р. В. МАЛАХОВ**ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,
Российская Федерация, Донецкая Народная Республика, г. о. Макеевка, г. Макеевка

ЭФФЕКТИВНЫЕ БИТУМОЭМУЛЬСИОННЫЕ МАСТИКИ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. Анализ научных работ ученых и производственников показал, что ремонт гидроизоляции подземных и наземных железобетонных конструкций очень сложен, а при ее восстановлении затраты в 2–3 раза превышают первоначальные. Из большого многообразия гидроизоляционных материалов (антифильтрационные, антикоррозионные и герметизирующие) асфальтовых, полимерных и минеральных наиболее универсальными для устройства вторичных защитных покрытий подземных конструкций и кровель являются мастичные (горячие битумнорезиновые, холодные на основе разжиженных битумов, битумолатексные и др.). Из условий пониженной энергоемкости производства и устройства гидроизоляционного слоя, обеспечения экологической безопасности и охраны труда, высокой производительности труда, индустриальности устройства гидроизоляционных слоев и обеспечения экономичности предпочтение следует отдать битумоэмульсионным мастикам. Приведены условия эксплуатации и требования нормативных документов, предъявляемые к мастичным покрытиям и материалам в кровлях и подземных конструкциях гражданских и промышленных зданиях.

Ключевые слова: битумные эмульсионные пасты и мастики, гидроизоляция подземных и наземных бетонных и железобетонных конструкций.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Традиционные нефтяные строительные, кровельные и дорожные битумы, которые составляют основу матрицы битумоэмульсионных паст и мастик не обеспечивают такие важные эксплуатационные характеристики кровельных и гидроизоляционных слоев, сформировавшихся на поверхности бетонных и железобетонных конструкций, как трещиностойкость (не выше – 40 °С при раскрытии трещин 0,3 мм) и прочность сцепления с аппретируемой поверхностью (предел прочности сцепления с бетоном при сдвиге не менее 0,2...0,3 МПа) [1]. Наиболее эффективным способом расширения интервала пластичности композиционных материалов на основе битума, является модификация последнего комплексной добавкой включающей бутадиенметилстирольный каучук и техническую серу, а в качестве эмульгатора целесообразно использовать комбинированный твердый эмульгатор, а именно комплекс, представленный гидратированной известью и хризотилловым асбестом, что обеспечит агрегативную и седиментационную устойчивость модифицированных битумоэмульсионных паст и мастик [2].

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Введение в битумоэмульсионную пасту молотого мартеновского шлака позволит в результате взаимодействия кислых оксидов, входящих в его состав, с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ образовывать такие кристаллогидраты как тоберморит ($5\text{CaO}\cdot 6\text{SiO}_2\cdot n\text{H}_2\text{O}$), риверсайдит ($5\text{CaO}\cdot 6\text{SiO}_2\cdot 3\text{H}_2\text{O}$), гиролит ($2\text{CaO}\cdot 6\text{SiO}_2\cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$), гидрогранат ($3\text{CaO}\cdot \text{Al}_2\text{O}_3\cdot \text{H}_2\text{O}\cdot 1,5\text{SiO}_2\cdot 3\text{H}_2\text{O}$) и др., что позволит сформировать в гидроизоляционном слое конденсационно-кристаллизационные структуры [3, 4]. Это обеспечит заданную прочность и термостабильность гидроизоляционного ковра. В то же время для таких систем не изученными являются параметры технологических режимов производства модифицированных битумополимерсерных эмульсионных



паст и мастик. Не оптимизированы составы таких композиций. Не исследованы деформационно-прочностные характеристики, атмосферостойкость и физические свойства гидроизоляционного слоя штукатурки устроенной из модифицированных битумных эмульсионных мастик. Установление закономерностей структурообразования битумополимерсерных эмульсионных мастик на поверхности бетонных и железобетонных конструкций позволит направленно регулировать технологические свойства битумополимерсерных эмульсионных мастик, процесс формирования плотной и эластичной микроструктуры гидроизоляционного слоя на поверхности изолируемых конструкций. Это обеспечит получение ресурсосберегающих и долговечных гидроизоляционных покрытий на основе модифицированных битумных эмульсионных мастик.

Целью работы является разработка энергоэкономичных составов и технологии производства модифицированных битумных эмульсионных паст и мастик для устройства долговечных гидроизоляционных покрытий на поверхности бетонных и железобетонных конструкций на основе установления закономерностей формирования структуры и свойств битумополимерсерных эмульсионных мастик.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

В нормативных документах [5, 6] сформулированы требования к кровлям из мастичных материалов, армированных стекломатериалами и полимерными сетками, к гидроизоляции сооружений и к гидроизоляционным материалам. В частности в СНиП 3.04.03-85 [7] битумэмульсионные мастики, применяемые для устройства мастичной кровли или гидроизоляции, должны отвечать следующим требованиям: условная прочность, не менее 0,2 МПа; относительное удлинение при разрыве, не менее – 100 %; прочность сцепления с основанием, не менее 0,1 МПа; водопоглощение в течение 24 ч, не более 5 %; гибкость на брусе с диаметром 5 мм, не выше минус 15 °С; кровельные мастики должны быть водонепроницаемыми не менее 72 ч при давлении, не менее 0,001 МПа; гидроизоляционные мастики для подземных сооружений должны быть водонепроницаемыми не менее 10 мин при давлении, не менее 0,03 МПа; теплостойкость кровельных мастик при уклоне кровли 10...25 % должна быть, не менее 75 °С (таблица).

Следует отметить, что кровельные материалы подвергаются кратковременному, а гидроизоляция подземных сооружений длительному действию воды [1]. В то же время материалы в гидроизоляционном слое подземных сооружений работают в более стабильных температурных условиях, а кровельные материалы подвергаются действию температур в широком диапазоне температур, в Российской Федерации от минус 40 °С до 60 °С, в сочетании с действием ультрафиолетового облучения и озона, что приводит к старению органической составляющей композиционных материалов. К гидроизоляционным материалам и конструкциям предъявляется ряд дополнительных требований в зависимости от вида сооружений, для защиты которых они предназначены, и расчетной долговечности этих сооружений, сроков капитальных ремонтов, режима эксплуатации гидроизоляции таблица [1].

Водоустойчивость является важнейшим свойством гидроизоляционного покрытия, определяющим его долговечность [8]. Вода диффундируя под пленку битума (дипольный момент воды – 1,84 Д, а поверхность наполнителей мастик – гидрофильна) способствует отслаиванию асфальтовяжущего от поверхности аппретируемой поверхности и частичному разрушению. Вода приводит к деградации органических вяжущих, так как способствует пептизации структурных элементов, снижает прочность межмолекулярных связей, вымывает водорастворимые соединения из органического вяжущего и минеральных материалов, снижает свободную поверхностную энергию композиционного материала. Это облегчает развитие новых поверхностей и приводит к снижению прочности гидроизоляционных материалов. Насыщение гидроизоляционного материала водой (влагопоглощение свыше 5 %) приводит к потере до 15 % первоначальной прочности, а далее наступает его каскадное разрушение [9]. Основными внутренними факторами, определяющими долговечность гидроизоляционного покрытия в условиях постоянного водонасыщения, являются: структура и характер порового пространства гидроизоляционного покрытия и железобетона; вязкость и тип используемого органического вяжущего; адгезия вяжущего к поверхности изолируемой поверхности и к наполнителям; химико-минералогический состав минерального наполнителя и способность компонентов органических вяжущих образовывать хемосорбционные связи на поверхности раздела фаз «органическое вяжущее – минеральный наполнитель», «битумополимерсерная эмульсионная мастика – гидроизолируемая поверхность».

Важнейшим свойством, определяющим сплошность покрытия, является трещиностойкость гидроизоляционного покрытия.

Таблица – Требования к гидроизоляционным материалам для капитальных сооружений

Требования	Виды конструкций		
	наземных	подземных	кровли
Водонепроницаемость-напор, м	10	40	1
Водоустойчивость – действие воды:	переменно	постоянно	переменно
К _в через 3 месяца, не менее	0,75	0,8	0,7
К _в по адгезии через 6 месяцев, не менее	0,8	0,9	0,8
Водопоглощение, % по массе, не более	5,0	3,0	7,0
Набухание, % объема, не более	1,0	0,8	1,5
Теплоустойчивость покрытия, °С, не ниже	+60	+40	+70
Температура хрупкости, °С, не выше	-40	-40	-40
Трещиностойкость покрытий, мм при максимальных трещинах монолитных конструкций, сборных железобетонных конструкций	5,0	1,0	3,0
	2,0	0,5	4,0
Растяжимость, см, не менее	100	50	150
Предел прочности, МПа, не менее: при растяжении, разрыве при сжатии, вдавливании	0,8	0,5	0,3
	1,0	1,0	0,5
Химическая стойкость, мг/л: кислотостойкость, рН, не ниже щелочестойкость, рН, не более сульфатостойкость, мг/л, не более магниезная, мг/л, не более	2,0	5,0	6,0
	12,0	12,0	8,0
	5000	5000	100,0
	5000	2000	1000
Атмосферостойкость через 500 циклов, К _а	0,9...0,7	0,7...0,6	0,95...0,9
Минимальная долговечность, лет	10–40	40–100	10–25

Известно, что трещиностойкость кровельных и гидроизоляционных покрытий в значительной мере, наряду с их собственной деформативностью определяется интенсивностью взаимодействия покрытий с основанием. Существует условие отсутствия растрескивания и отслаивания (1) [9].

$$A > \sigma_y < \sigma_p, \quad (1)$$

где A – адгезия гидроизоляционного материала к поверхности бетонной конструкции, МПа;
 σ_y – внутреннее усадочное напряжение в покрытии, МПа;
 σ_p – предел прочности при растяжении материала покрытия, МПа.

Таким образом, чем выше адгезия мастики к изолируемой поверхности и прочность при растяжении материала покрытия, тем выше трещиностойкость.

Анализ выражения (1) свидетельствует о сложности определения действительных и предельных внутренних напряжений в покрытии так как для этого необходимо знать кинетические кривые усадки $\Delta \varepsilon_y$, мгновенный E_1 , кратковременный E_2 и высокоэластичный E_3 модули упругости, эффективную вязкость η , период релаксации θ , коэффициент Пуассона μ . Так как эти параметры определить весьма сложно при изменяющихся температурно-влажностных и временных условиях эксплуатации, то более целесообразно σ_{np} определить экспериментально.

В работе [10] для битумных покрытий установлена зависимость температур растрескивания от температурных напряжений и толщины пленки (2):

$$\tau_{px} = T_{p0,5} + 9 \lg x + 2,7, \quad (2)$$

где T_{px} – температура растрескивания покрытия при толщине пленки x ;
 $T_{p0,5}$ – температура растрескивания при толщине пленки 0,5 мм.

В то же время внутренние напряжения в гидроизоляционных покрытиях с течением времени изменяются немонотонно [11, 12].

Температурные напряжения, возникающие в гидроизоляционном покрытии, определяются разностью значений коэффициента линейного температурного расширения покрытия и его основания, а также структурно-механическими свойствами гидроизоляционного материала, закономерность деформирования которого как упруговязкопластичного тела имеет общий вид (3) [13, 14]:

$$e_t = \frac{\sigma_t}{E_y} + \frac{\sigma_e}{E_3(1 - e^{-t/\theta})} + \frac{(\sigma_t - \sigma_0)^\beta}{\eta_0} \cdot t e^{-t/\theta}, \quad (3)$$

где e_t – относительная деформация от напряжения σ_t ;
 E_y – модуль упругости материала МПа;
 E_3 – модуль пластичности, МПа;
 θ – время релаксации напряжений, с;
 σ_0 – предел текучести или предел длительной прочности, МПа;
 β – мера аномальности вязкости для аномально-вязких материалов, какими являются мастики и штукатурки на органических вяжущих;
 η_0 – наибольшая структурная вязкость неразрушенной структуры гидроизоляционного материала, Па·с.

При известных структурно-реологических характеристиках и коэффициенте линейного температурного расширения (КЛТР) гидроизоляционного материала можно рассчитать температурные напряжения в покрытии при изменении температуры от T_{\max} до T_{\min} вследствие разности КЛТР покрытия L_n и основания L_0 :

для упруго-хрупкого состояния (4):

$$\sigma_t = (L_n - L_0) \cdot (T_{\max} - T_{\min}) \cdot E_y; \quad (4)$$

для упруго-высокоэластического (вязкоупругого) состояния при $T_{\min} > T_{xp}$ (5):

$$\sigma_t = \frac{(L_n - L_0) (T_{\max} - T_{\min}) E_y E_3 (1 - e^{-t/\theta})}{E_y + E_3 (1 - e^{-t/\theta})}. \quad (5)$$

Из рассмотрения зависимостей (4, 5) следует, что температурные напряжения в гидроизоляционном покрытии из-за релаксации напряжений и меньшего значения модуля эластичности резко снижаются, если время t изменения температуры T больше времени релаксации θ [1].

Обычные битумные краски и мастики на битумах строительных, кровельных и дорожных (слабоструктурированные, с содержанием наполнителя до 25 % по массе) нетрещиноустойчивы, При отрицательных температурах покрытие растрескивается на отдельные кластеры, расположенные на расстоянии 5...7 см, поскольку у наполненных битумов T_{xp} не ниже -10 °С (прежде всего с использованием строительных и кровельных битумов).

Обычные битумные краски и мастики на битумах строительных, кровельных и дорожных (слабоструктурированные, с содержанием наполнителя до 25 % по массе) нетрещиноустойчивы, при отрицательных температурах. Покрытие растрескивается на отдельные кластеры, расположенные на расстоянии 5...7 см, поскольку у наполненных битумов T_{xp} не ниже -10 °С (прежде всего с использованием строительных и кровельных битумов).

Среди специалистов рассмотрены две концепции при оценке деформативности кровли: эластичная или прочная кровля [15]. Концепция эластичной кровли исходит из того, что деформация основания кровли (температурные, усадочные и др.) компенсируются за счет эластичности (упругой растяжимости) кровельного слоя, для чего материал, имеющий полное адгезионное сцепление с основанием, должен обладать большим относительным удлинением, которое для существующих конструкций кровли составляет не менее 150 %. Эта величина учитывает, в основном местные деформации: раскрытие стыков, усадка швов, трещины в основании, где растяжение кровли происходит при предельно малой ширине трещины (базы растяжения), а относительное удлинение на этом участке может достигать больших значений. Заданная величина относительного удлинения перекрывает возможные местные деформации основания и полностью исключает разрыв эластичного кровельного слоя. При этом предпочтительно, чтобы материал работал в упругой стадии и имел величину остаточного относительного удлинения.

Концепция прочной кровли предполагает, что при деформации основания растягивающие усилия воспринимаются за счет прочности материала кровли, его армирующей основы. В этом случае прочность

гидроизоляционного материала на разрыв должна превышать растягивающее напряжение в кровельном слое. Любая конструкция крыши испытывает значительные температурные, статические и динамические деформации, которые концентрируются в слабых местах, где и происходит отрыв от основания кровельного ковра из прочных материалов. Поэтому для устройства гидроизоляционных покрытий следует применять эластичные материалы.

Для полимерных, лакокрасочных и защитно-декоративных покрытий наружных стен, кровель, подземных конструкций существует условие отсутствие растрескивания и отслаивания при обеспечении необходимой температуры в условиях эксплуатации, которое сводится к тому, что адгезионная прочность должна быть выше внутренних усадочных напряжений в покрытии и ниже предела прочности при растяжении материала покрытия (выражение 1) [14]. В связи с этим для повышения трещиностойкости кровельных и гидроизоляционных покрытий необходимо устраивать трещинопрывающие прослойки в виде стяжек из высокодеформируемых материалов [10].

Важной характеристикой гидроизоляционных материалов и, прежде всего тех, которые применяются для устройства кровель гражданских и промышленных зданий, подвергающихся кислотным дождям, попеременному замораживанию-оттаиванию, действию высокой температуры является стабильность (способность противостоять старению), потому что в условиях эксплуатации под действием температуры, кислорода воздуха, солнечной радиации, влаги и других факторов изменяется химический состав и структура пленочного битума [16].

Доминирующими причинами старения битума является его окислительная полимеризация, а также испарение легкокипящих углеводородов с молекулярной массой менее 400 [17]. При термоокислении и фотоокислении происходит превращение масел в смолы, смол в асфальтены, а также деструкция масел с образованием твердых алкановых углеводородов и гетеросоединений. В результате появляются продукты более глубоких превращений – карбены и карбоиды.

Процессы необратимого изменения в битумах при старении происходят в три стадии: образование коагуляционной сетки из асфальтенов и надмолекулярных образований смол; развитие местной пространственной сетки из асфальтенов; разрушение сетки из асфальтенов [17].

ВЫВОДЫ

Анализ мирового опыта показывает, что для повышения качества битумоэмульсионных паст и мастик кровельные, строительные и дорожные битумы, которые составляют матрицу паст и мастик, целесообразно модифицировать комплексной добавкой, включающей бутадиенметилстирольный каучук и техническую серу, а в качестве эмульгатора – комплекс, представленный гидратированной известью и хризолитовым асбестом, в качестве же тонкодисперсного наполнителя мастики – молотый отвальный маргеновский шлак, обладающий гидравлической активностью, с удельной поверхностью 350...400 м²/кг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попченко, С. Н. Гидроизоляция сооружений и зданий / С. Н. Попченко. – Ленинград : Стройиздат, 1981. – 304 с. – Текст : непосредственный.
2. Трегуб, В. Д. Проектирование антикоррозионной защиты строительных конструкций / В. Д. Трегуб. – Київ : Будівельник, 1984. – 72 с. – Текст : непосредственный.
3. Производство гидроизоляционных работ / В. Я. Бабиченко, Ю. Н. Зенченко, А. Ф. Бабешко [и др.] ; под общей редакцией В. Я. Бабиченко. – Київ : Будівельник, 1987. – 263 с. – Текст : непосредственный.
4. Лазько, А. Д. Безрулонная гидроизоляция ограждающих конструкций / А. Д. Лазько. – Москва : Стройиздат, 1965. – 24 с. – Текст : непосредственный.
5. РСН 338-85. Проектирование, устройство и эксплуатация промышленных безрулонных крыш общественных зданий : издание официальное : дата введения 1986-07-01 / Госстрой УССР. – Киев : НИИ строительного производства, 1985. – 84 с. – Текст : непосредственный.
6. РСН 295-88. Проектирование и устройство кровель и гидроизоляций на основе битумных эмульсионных паст и мастик на твердых эмульгаторах : издание официальное : дата введения 1989-07-01 / Госстрой СССР. – Москва : Госстрой СССР, 1989. – 29 с. – Текст : непосредственный.
7. СНиП 3.04.03-85. Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии : издание официальное : дата введения 1986-07-01 / Госстрой СССР. – Москва : Госстрой СССР, 1985. – 30 с. – Текст : непосредственный.
8. Руденский, А. В. Исследование водостойкости битумоминеральных материалов / А. В. Руденский, И. М. Горшков. – Текст : непосредственный // Труды ГипроДорНИИ. – 1973. – Выпуск 7. – С. 84–96.
9. Гегелия, Д. И. Закономерности изменения некоторых расчетных параметров асфальтобетона при длительном воздействии воды и знакопеременных температур / Д. И. Гегелия. – Текст : непосредственный // Совершенствование технологии строительства асфальтобетонных и других черных покрытий : Труды СоюздорНИИ. – 1981. – Москва : СоюздорНИИ. – С. 67–76.

10. Скориков, С. В. Теоретические принципы регулирования трещиностойкости кровельных водоэмульсионных покрытий с учетом качества основания / С. В. Скориков, А. Е. Ещенко. – Текст : непосредственный // Кровельные и изоляционные материалы. – 2008. – № 2. – С. 60.
11. Яковлев, А. Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий / А. Д. Яковлев. – Ленинград : Химия, 1989. – 384 с. – Текст : непосредственный.
12. Охрименко, И. С. Химия и технология пленкообразующих веществ / И. С. Охрименко, В. В. Верхованцев. – Ленинград : Химия, 1978. – 392 с. – Текст : непосредственный.
13. Виноградов, Г. В. Реология полимеров / Г. В. Виноградов, А. Я. Малкин. – Москва : Химия, 1977. – 440 с. – Текст : непосредственный.
14. Трекслер, Р. Н. Реология и реологические модификаторы (за исключением эластомеров): структура и время / Р. Н. Трекслер // Битумные материалы (асфальты, смолы, пеки) ; под редакцией А. Д. Хойберга. – Москва : Химия, 1974. – 248 с. – Текст : непосредственный.
15. Спектор, Э. М. Рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы на основе эластомеров / Э. М. Спектор. – Москва : АСВ, 2003. – 128 с. – Текст : непосредственный.
16. Коннов, Н. С. О закономерностях формирования структуры антифильтрационного асфальтового штукатурного покрытия на поверхности бетонных и железобетонных конструкций на основе модифицированной битумополимерсерной эмульсионной мастики / Н. С. Конов. – Текст : непосредственный // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2008. – Випуск 2008-1(69) Сучасні будівельні матеріали. Композиційні матеріали для будівництва. – С. 44–47.
17. Колбановская, А. С. Дорожные битумы / А. С. Колбановская, В. В. Михайлов. – Москва : Транспорт, 1973. – 264 с. – Текст : непосредственный.

Получена 12.12.2023

Принята 26.01.2024

VALERY BRATCHUN, NIKOLAY KONNOV, ALEKSANDR STUKALOV,
VALENTIN DEMESHKIN, DENIS CHERNIY, NIKITA KRITSYN,
NIKITA ARSENOV, ROMAN MALAKHOV
EFFECTIVE BITUMEN EMULSION MASTICS FOR WATERPROOFING CONCRETE
AND REINFORCED CONCRETE STRUCTURES
FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», Russian Federation,
Donetsk People's Republic, Makeevka

Abstract. An analysis of the scientific works of scientists and production workers has shown that repairing the waterproofing of underground and above-ground reinforced concrete structures is very complex, and when restoring it, the costs are 2–3 times higher than the initial ones. From a wide variety of waterproofing materials (anti-filtration, anti-corrosion and sealing) asphalt, polymer and mineral, the most universal for the installation of secondary protective coatings for underground structures and roofs are mastic (hot bitumen-rubber, cold based on liquefied bitumen, bitumen-latex, etc.). Based on the conditions of reduced energy intensity of production and installation of a waterproofing layer, ensuring environmental safety and labor protection, high labor productivity, the industrial nature of the installation of waterproofing layers and ensuring efficiency, preference should be given to bitumen-emulsion mastics. The operating conditions and regulatory requirements for mastic coatings and materials in roofs and underground structures of civil and industrial buildings are given.

Keywords: bitumen emulsion pastes and mastics, waterproofing of underground and above-ground concrete and reinforced concrete structures.

Братчун Валерий Иванович – доктор технических наук, профессор; заведующий кафедрой автомобильных дорог и аэродромов ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: физико-химическая механика технологичных и долговечных дорожных бетонов для строительства конструктивных слоев нежестких дорожных одежд на основе модифицированных органических вяжущих и комплексного модифицирования структуры бетонов; разработка эффективных технологий переработки техногенного сырья в компоненты композиционных материалов.

Коннов Николай Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: разработка эффективных составов технологий технологии производства битумоэмульсионных паст и мастик для устройства гидроизоляции.

Стукалов Александр Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильных дорог и аэродромов ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: получение

технологичных и долговечных дорожных бетонов для строительства конструктивных слоев нежестких дорожных одежд на основе модифицирования органических вяжущих.

Демешкин Валентин Павлович – старший преподаватель кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: разработка эффективных технологий переработки техногенного сырья в компоненты композиционных материалов.

Черный Денис Игоревич – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: получение технологичных и долговечных дорожных бетонов для строительства конструктивных слоев нежестких дорожных одежд на основе модифицирования органических вяжущих

Крицын Никита Андреевич – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: получение технологичных и долговечных дорожных бетонов для строительства конструктивных слоев нежестких дорожных одежд на основе модифицирования органических вяжущих

Арсенов Никита Владимирович – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: получение технологичных и долговечных дорожных бетонов для строительства конструктивных слоев нежестких дорожных одежд на основе модифицирования органических вяжущих

Малахов Роман Викторович – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: получение технологичных и долговечных дорожных бетонов для строительства конструктивных слоев нежестких дорожных одежд на основе модифицирования органических вяжущих

Bratchun Valery – D. Sc. (Eng.), Professor; Head of the Highways and Air Fields Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: physical and chemical mechanics of technological and lasting road concretes for building of structural layers of non-rigid road coats on the basis of modification of organic astringent and complex microstructure modification of concretes; elaboration of effective technologies of processing of technogenous raw material in to the components of compositional materials.

Konnov Nikolay – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: development of effective formulations of technologies for the production of bitumen-emulsion pastes and mastics for waterproofing devices.

Stukalov Aleksandr – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Highways and Air Fields Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: receiving of technological and lasting road concretes for building of constructive layers of non-rigid road covers on the basis of modification of organic astringents.

Demeshkin Valentin – senior teacher, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: development of effective technologies of processing of technogenic raw material in the components of materials of compositions.

Cherniy Denis – master's student, Highways and Air Fields Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: obtaining of technological and durable road concretes for construction of structural layers of non-rigid roadways on the basis of modification of organic binders.

Kritsyn Nikita – master's student, Highways and Air Fields Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: obtaining of technological and durable road concretes for construction of structural layers of non-rigid roadways on the basis of modification of organic binders.

Arsenov Nikita – master's student, Highways and Air Fields Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: obtaining of technological and durable road concretes for construction of structural layers of non-rigid roadways on the basis of modification of organic binders.

Malakhov Roman – master's student, Highways and Air Fields Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture». Scientific interests: obtaining of technological and durable road concretes for construction of structural layers of non-rigid roadways on the basis of modification of organic binders.