

УДК 691.168

**В. И. БРАТЧУН, О. А. ПШЕНИЧНЫХ, Е. А. РОМАСЮК, П. В. ПОНОМАРЕНКО, Т. А. ВАСИЛЬЕВА,
Д. И. КОВАЛЬ, С. С. ПРИСЯЖНЮК, И. А. КАМИНСКИЙ**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**О ФОРМИРОВАНИИ СТРУКТУРЫ АДсорбЦИОННО-СОЛЬВАТНЫХ
СЛОЕВ АСФАЛЬТОХРИЗОТИЛОВОГО ВЯЖУЩЕГО ВЕЩЕСТВА НА
ПОВЕРХНОСТИ МИНЕРАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДОРОЖНОГО
АСФАЛЬТОБЕТОНА**

Аннотация. В данной статье рассматриваются теоретические вопросы формирования структуры адсорбционно-сольватных слоев асфальтохризотилового вяжущего вещества на поверхности минеральных материалов дорожного асфальтобетона. Рассмотрено взаимодействие дисперсных фибрил хризотилового армирования с минеральными компонентами асфальтобетонной смеси в адсорбционном слое. Установлено, что диаметр дисперсной армировки играет ключевую роль при формировании в армированном асфальтобетоне однородных и прочных адсорбционно-сольватных слоев органического вяжущего. Показано, как осуществляется взаимодействие между частицами минеральной части и образованием связей между ближним и дальним рядом контактов. Проанализировано влияние содержания в асфальтобетоне одного процента хризотил-асбеста на такие показатели, как: предел прочности при сдвиге, предел прочности на растяжение при изгибе при отрицательных температурах, усталостная долговечность, коррозионную устойчивость.

Ключевые слова: асфальтохризотилового вяжущее вещество, асфальтобетон, хризотил-асбест, дисперсные волокна, адсорбционный слой, минеральный материал.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время на автомобильных дорогах общего пользования наблюдается значительный рост осевых нагрузок, скоростей и интенсивности автомобильного транспорта, вследствие чего верхние слои дорожной одежды и слои основания подвергаются воздействию больших разрушающих нагрузок. В условиях Донецкой Народной Республики и Российской Федерации, где на основной территории наблюдаются высокие летние температуры (около 60 °С на покрытии), низкие зимние и частый переход через 0 °С, происходит интенсивное накопление пластических деформаций в виде волн, наплывов и колеи. К тому же в расчетный период наблюдается образование трещин, связанных с ослаблением (продавливанием) основания дорожной одежды, что приводит к развитию усталостного разрушения конструктивных слоев дорожной одежды и вызывает потерю работоспособности дорожного покрытия.

В связи с тем, что быстрая потеря работоспособности верхних слоев нежестких дорожных одежд обусловлена воздействием нагрузок от автотранспортных средств на покрытие автомобильных дорог, следует обратить особое внимание на улучшение реологических свойств асфальтобетона, определяющих работу материала в силовых полях, и на стабильность этих свойств в процессе всего срока эксплуатации асфальтобетонного покрытия.

Одним из наиболее эффективных способов повышения долговечности дорожных асфальтобетонов является дисперсное армирование асфальтобетонных смесей [1–8]. Это позволяет одновременно снизить вероятность возникновения трещин в покрытии и повысить показатели структурно-механических свойств асфальтобетонов. Равномерное распределение дисперсной армировки (полимерных, базальтовых, хризотилового волокон) внутри структуры материала позволяет равномерно распределить

растягивающие напряжения в результате хаотичного защемления и переплетения армирующих волокон с частицами минерального остова. Благодаря большому пределу прочности волокон при растяжении рост трещин значительно замедляется. Каждая минеральная частица будет связана с окружающими ее частицами, структурированными слоями битума и волокнами дисперсной арматуры, что создаст прочный пространственный каркас и позволит значительно повысить предел прочности дисперсно-армированного асфальтобетона на растяжение при изгибе, сдвигоустойчивость при высоких положительных температурах, трещиностойкость при отрицательных температурах, усталостную долговечность при воздействии циклических нагрузок.

В связи с этим представляется интерес проектирования составов долговечных асфальтобетонов, которые формируют плотную структуру минерального остова, содержат модифицированные органические вяжущие и дисперсную хризотил-асбестовую арматуру.

Цель исследования: теоретическое обоснование структурообразования адсорбционно-сольватных слоев асфальтохризотилового вяжущего вещества на поверхности минеральных материалов дорожного асфальтобетона.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

На основании фундаментальных работ в области исследования асфальтобетонов, выполненных под руководством Л. Б. Гезенцева, Н. В. Горелышева, В. А. Золотарева, И. В. Королева, М. И. Волкова, А. М. Богуславского, А. В. Руденского и др., установлено, что в асфальтобетонных смесях наиболее слабым звеном в широком диапазоне температур окружающей среды являются пленки структурированного и свободного битума, объединяющие минеральные частицы [2–10]. Адсорбционно-сольватные оболочки битума на поверхности минеральных материалов воспринимают напряжения от подвижной нагрузки и распределяют их на окружающие частицы минерального материала [3, 9, 10].

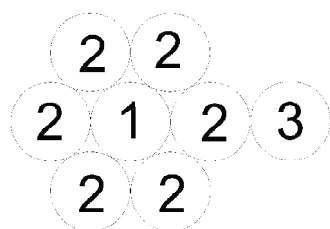


Рисунок 1 – Схема количества контактов минеральных материалов в асфальтобетоне.

Процессы, происходящие в адсорбционно-сольватном слое между минеральными частицами на границе раздела фаз «битум – минеральный материал» и существенно влияют на прочность асфальтобетона. Именно они определяют когезионные характеристики пленок битума. Следовательно, деформативность и прочность между минеральными компонентами и прочность всего конгломерата, прежде всего при изгибе, в традиционных асфальтобетонах обеспечиваются в первую очередь деформационно-прочностными характеристиками адсорбционно-сольватных оболочек битума на частицах минеральных материалов [2, 3, 11]. Таким образом, осуществляется связь между минеральными частицами ряда 1 (рис. 1) и минеральными частицами ряда 2, окружающие ее (связь ближнего ряда). Но минеральная частица 1 уже не будет связана с минеральными частицами дальнего ряда, к примеру, ряда 3.

Эффективность работы адсорбционно-сольватных оболочек битума может быть повышена увеличением их эластичности, благодаря введению в органические вяжущие термоэластопластов, или же снижением и перераспределением знакопеременных напряжений от действия динамических и статических нагрузок на больший объем материала. Это достигается введением в асфальтобетонную смесь волокон дисперсной арматуры. Располагаясь непосредственно в адсорбционно-сольватных оболочках битума, волокна дисперсной арматуры воспринимают напряжения, возникающие в асфальтобетоне от воздействия подвижной нагрузки, и распределяют ее по образовавшейся пространственной решетке из волокон дисперсной арматуры на больший объем асфальтобетона. В этом случае напряжения воспринимаются совместно с адсорбционно-сольватными оболочками битума и дисперсной арматурой [1, 2, 7].

Отрезки дисперсной арматуры в асфальтобетоне защемляются частицами минеральных материалов. Это приводит к образованию дополнительных связей между частицами. Также осуществляется связь двух видов. В результате взаимодействия структурированных слоев битума и дисперсной арматуры по длине дисперсной арматуры обеспечивается связь между минеральными зернами не только с частицами ближнего ряда, но и с частицами, отделенными от данной частицы несколькими рядами частиц (связь дальнего ряда). Создается пространственная решетка, которой охватываются все минеральные частицы, входящие в состав конгломерата. При этом величина напряжений, возникающих в адсорбционно-сольватных оболочках битума снижается, что приводит к улучшению условий их работы при воздействии знакопеременных напряжений различной величины и снижению

вероятности возникновения трещин. Это обеспечивает повышение долговечности асфальтобетонного покрытия [2].

Известно, что в асфальтобетонной смеси благодаря наибольшей битумоёмкости частиц минерального порошка, около 80...90 % суммарной поверхности минеральных материалов составляет поверхность зерен с размером частиц менее 0,071 мм. Исходя из этого, почти 90 % всех контактов, либо связей, происходит именно между частицами с размером менее 0,071 мм. В работе [2] показано, что при длине волокна дисперсной арматуры 10...20 мм частица диаметром 0,071 мм будет иметь контакты с тремястами близлежащими частицами. Учитывая, что вдоль волокна расположены два ряда частиц, то одним отрезком волокна будут соединены около 600 частиц. А поскольку каждая частица может контактировать с двумя-тремя отрезками волокон, общее количество частиц, связанных этими волокнами с рассматриваемой нами частицей, может достигать полутора-двух тысяч. Таким образом, коэффициент связей в случае дисперсного армирования будет в пределах тысячи пятисот, тогда как в асфальтобетонных смесях, приготовленных по традиционной технологии он равен всего шести. Естественно, что увеличение количества связей между частицами позволяет существенно повысить деформационно-прочностные характеристики дисперсно-армированных материалов [2, 3, 8].

Асфальтобетонные смеси армируют волокнами целлюлозы, базальта, стекла, металла, углерода, полимеров и др. Одним из наиболее перспективных и экономически выгодных направлений повышения долговечности асфальтобетонных покрытий является введение в их состав отходов хризотила [1].

Хризотил-асбест ($3\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) – это гидросиликат магния, по химическому составу близкий хорошо известному минералу тальку ($3\text{MgO}\cdot 4\text{SiO}_2\cdot \text{H}_2\text{O}$), т. е. с химической стороны он абсолютно безвреден для организма. Кристаллы хризотил-асбеста представляют собой тончайшие полые трубочки-фибриллы и подобны мягким целлюлозным волокнам хлопковой ваты. Данные волокна не горят и устойчивы к высоким температурам. Лишь при температуре 700 °С они теряют химически связанную воду и становятся хрупкими. Процесс плавления хризотила происходит при температуре около 1 500 °С.

В данное время хризотил-асбест производят по ГОСТ 12871-93. Он состоит из смеси волокон различной длины и их агрегатов с длиной от 0,1 до 3 мм и диаметром 5...100 мкм (рис. 2).



Рисунок 2 – Хризотил-асбестовые волокна марки 6к-30, применяемые в данной работе.

Содержание веществ в составе хризотил-асбеста: SiO_2 – 42 %, Al_2O_3 – 0,5-1,3 %, Fe_2O_3 – 1,4 %, Fe_2O – 0,5...2,0 %, MgO – 40...43 %, Na_2O – следы, H_2O – 12,0...13,5 %.

Физико-химические свойства хризотил-асбестовых волокон:

- прочность на разрыв: более 300 МПа;
- плотность: от 2,4 до 2,6 г/см³;
- температура плавления: от 1 400 до 1 500 °С;
- модуль упругости: 16 000...20 000 МПа;
- коэффициент трения: 0,8 единиц;
- щелочность: от 9,1 до 10,3 рН.

Высокая эффективность применения хризотилых волокон в качестве армирующей добавки в асфальтобетоне доказана еще в начале XX века.

По данным [12] фирмой Warner Bros. Company (г. Бостон) ещё в 1917–1918 годах были получены патенты на использование хризотила в песчаном асфальтобетоне. Фирма разработала специальные методы применения этой смеси для предотвращения пластических деформаций покрытия при эксплуатации дорог в жаркую погоду.

В 1970–80-е годы в США хризотил вводили в асфальтобетонные смеси при устройстве участков дорог с большой интенсивностью движения. В состав армированной асфальтобетонной смеси входили следующие компоненты: хризотил – 4,3...7,0 %, минеральные материалы – 77,2...82,7 % и битум – 13...17 %. Толщина слоя смеси составляла 13 мм. Введение в асфальтобетон хризотил-асбестовых волокон повысило более чем в 1,5 раза усталостную долговечность и устойчивость асфальтобетона к растрескиванию по сравнению со стандартными смесями [1].

В работах [1, 2, 4] доказано, что введение в традиционные асфальтобетоны 1...2 % дисперсной арматуры в виде хризотил-асбестовых волокон приводит к повышению прочности асфальтобетона при сдвиге при температуре 50 °С на 20...25 %, прочности при растяжении при отрицательных температурах на 50...70 %. Наибольший эффект дисперсная арматура оказала на повышение деформативности при отрицательных температурах (до 100...180 %), усталостной долговечности (200...400 %) и коррозионной устойчивости (более 50 %).

Для того, чтобы выяснить, как располагаются волокна хризотил-асбеста в ориентированных слоях, необходимо сравнить толщину этих слоев с диаметром волокон дисперсной арматуры.

В связи с неоднородностью толщины хризотил-асбестовых волокон (5...100 мкм), возможны различные варианты расположения волокон дисперсной арматуры между частицами минерального материала. При использовании для армирования минеральных волокон класса микроволокно и ультратонкое волокно толщина битумной пленки в асфальтовом вяжущем превышает диаметр волокон. Поэтому дисперсная арматура располагается в адсорбционных слоях битума. Более толстые волокна уже не помещаются в адсорбционных слоях на поверхности минерального порошка. В некоторых случаях диаметр дисперсной арматуры превышает толщину слоя органического вяжущего на поверхности минерального материала. Более толстые волокна с диаметром более 24 мкм раздвигают зерна минерального порошка и мелких фракций, а при диаметре более 80 мкм будут раздвигаться и зерна щебня. Данное явление происходит из-за большой устойчивости минеральных волокон к высоким температурам, благодаря чему они не сминаются и не деформируются. Данный факт может привести к тому, что частицы минерального материала будут контактировать между собой не через ориентированный слой битума, а через слой объемного битума, что приводит к снижению прочностных характеристик битумо-минеральных смесей при отрицательных температурах [2].

Характерно, что на частицах зерен известняка размером менее 0,14 мм толщина битума составляет менее 6 мкм, на частицах 0,14...3,0 мкм толщина битумной пленки составляет 6...24 мкм, а на частичках песка и щебня размером 3...10 мм толщина пленки составляет 46...80 мкм [9].

Таким образом, диаметр дисперсной арматуры играет ключевую роль при формировании в армированном асфальтобетоне адсорбционно-сольватных слоев органического вяжущего.

Исследования закономерностей расположения дисперсной арматуры в адсорбционных слоях битума и между частицами минеральных материалов не позволяет получить полного представления о процессах формирования пространственной прочностной решетки из химических волокон в асфальтобетоне.

Более успешно процессы структурообразования дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей можно исследовать с применением методов теории перколяции. Теорией перколяции можно описать возникновение связанных структур из дисперсных волокон в структуре асфальтобетона [1, 2, 4]:

$$R_{\max} \approx (n_c - n)^k, \quad (1)$$

где R_{\max} – размер максимальной ячейки связанной структуры;
 n_c – критическая объемная концентрация элементов дисперсной арматуры;
 n – объемная концентрация элементов дисперсной арматуры;
 k – критический показатель.

При концентрации армирующих элементов меньше критической ($n < n_c$), отдельные фракталы не связаны между собой в единую структуру. При этом дисперсно армированный асфальтобетон не

будет обладать однородной структурой, и как следствие, большим количеством очагов критических напряжений. На тех участках, где образовались прочные связные структуры дисперсной арматуры, асфальтобетон обладает повышенными прочностными характеристиками и реологическими параметрами. Эффект при этом достигнут быть не может, так как при разрушении соседних малопрочных участков покрытия снижаются транспортно-эксплуатационные показатели всей дороги.

При концентрации дисперсной арматуры (n), приближающейся к критической (n_c), происходит формирование единой связной структуры, охватывающей все пространство армирования. Дальнейшее возрастание концентрации армирующих элементов приводит к уменьшению среднего размера «ячеек». Наибольшая связная структура из армирующих волокон, присоединяя к себе мелкие структуры, все более плотно заполняет армируемое пространство. Анализ фрактальных свойств дисперсно-армирующих структур позволяет сделать вывод, что наиболее оптимальным с учетом эффективности является использование армирующих добавок с концентрацией, незначительно превышающей критическую. В этом случае нагрузка на покрытие, благодаря пространственной решетке из дисперсной арматуры, будет распределяться на больший объем слоя покрытия [11].

ВЫВОД

Установлено, что в дисперсно-армированном асфальтобетоне связь между частицами обеспечивается двумя видами контактов: структурированными слоями битума и дисперсной арматурой. Каждая минеральная частица связана с окружающими ее частицами посредством структурированных слоёв битума и волокнами дисперсной арматуры, заземленными в этих слоях. Это создает пространственный каркас и способствует значительному повышению прочности материала. Применение хризотил-асбестовых волокон положительно влияет на деформационно-прочностные характеристики асфальтобетона при высоких температурах. Из-за высокой температуры плавления волокон и большом модуле упругости волокон (16 000...20 000 МПа) основную нагрузку при эксплуатации покрытия при высоких температурах будут воспринимать дисперсные волокна. Из-за большого количества связей между волокнами нагрузка от транспорта будет распределяться по большей площади в результате формирования в асфальтобетоне пространственной решетки. Таким образом, в дальнейших исследованиях необходимо установить оптимальную концентрацию хризотил-асбестовых волокон в асфальтобетоне, исследовать деформационно-прочностные показатели полученных армированных асфальтобетонов с оптимальной структурой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дедюхин, А. Ю. Разработка технологии дисперсного армирования асфальтобетонных смесей несортными фракциями волокон хризотила : специальность 05.23.11 «Проектирование и строительство дорог, метрополитенов, аэродромов, мостов и транспортных тоннелей» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дедюхин Александр Юрьевич. – Екатеринбург, 2009. – 143 с. – Текст : непосредственный.
2. Лукашевич, В. Н. Технология производства асфальтобетонных смесей, оптимизированная по критерию прочностных свойств асфальтобетона : специальность 05.23.08 «Технология и организация строительства» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лукашевич Виктор Николаевич. – Томск, 2001. – 316 с. – Текст : непосредственный.
3. Теоретико-экспериментальные принципы получения модифицированных дорожных асфальтобетонов повышенной долговечности : монография / В. И. Братчун, В. Л. Беспалов, М. К. Пактер, Е. А. Ромасюк. – Донецк : Издательство ООО «НПП "Фолиант"», 2020. – 244 с. – Текст : непосредственный.
4. Мерзликин, А. Е. Об особенностях напряженно-деформированного состояния дорожных одежд с трещиноватоблочным основанием / А. Е. Мерзликин. – Текст : непосредственный // Конструирование, расчет и испытание дорожных одежд. Труды Союздорнии. – Москва : [б. и.], 1990. – С. 33–43. – Текст : непосредственный.
5. Калгин, Ю. И. Дорожные битумо-минеральные материалы на основе модифицированных битумов / Ю. И. Калгин. – Воронеж : ВГУ, 2006. – 272 с. – Текст : непосредственный.
6. Золотарев, В. А. Перспективы повышения долговечности асфальтобетона / В. А. Золотарев. – Текст : непосредственный // Автомобильный транспорт и дорожное хозяйство на рубеже 3-го тысячелетия. – Харьков : ХНАДУ, 2000. – С. 58–51.
7. Ромасюк, Е. А. Бетоны из дисперсно-армированных холодных органо-минеральных смесей с повышенными деформационно-прочностными свойствами / Е. А. Ромасюк, А. А. Верещин, Д. С. Бойко. – Текст : электронный // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2017. – Выпуск 2017-2(124) Современные строительные материалы. – С. 34–40. – URL: [http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2017/vestnik_2017-2\(124\).pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2017/vestnik_2017-2(124).pdf). (дата публикации: 30.05.2017).
8. Гамеляк, И. П. Разработка методики конструирования дорожных одежд со слоями из дисперсно армированных асфальтобетонов : специальность 05.23.11 «Строительство автомобильных дорог и аэродромов» : автореферат

- диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Гамеляк Игорь Павлович. – Москва, 1992. – 23 с. – Текст : непосредственный.
9. Бахрах, Г. С. К оценке толщины адсорбционно-сольватного слоя битумов на поверхности минеральных частиц / Г. С. Бахрах, Ю. М. Малинский. – Текст : непосредственный // Коллоидный журнал. – 1969. – № 1. – С. 21–24.
 10. Королев, И. В. О толщине битумной пленки в асфальтобетоне / И. В. Королев. – Текст : непосредственный // Исследование свойств битумов, применяемых в дорожном строительстве. – 1970. – Выпуск 46. – С. 20–26.
 11. Ковалев, Я. Н. Активационно-технологическая механика дорожного асфальтобетона / Я. Н. Ковалев. – Минск : Вышейшая школа, 1990. – 180 с. – Текст : непосредственный.
 12. Kietzman, J. H. Effect of Short Asbestos Fibers on Basic Physical Properties of Asphalt Pavement Mixes / J. H. Kietzman. – Текст : непосредственный // Highway research board Bulletin. – 1960. – № 270. – P. 1–19.

Получена 10.01.2022

В. І. БРАТЧУН, О. О. ПШЕНИЧНИХ, Є. О. РОМАСЮК, П. В. ПОНОМАРЕНКО,
Т. О. ВАСИЛЬЄВА, Д. І. КОВАЛЬ, С. С. ПРИСЯЖНЮК, І. А. КАМІНСЬКИЙ
ПРО ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ АДСОРБЦІЙНО-СОЛЬВАТНИХ ШАРІВ
АСФАЛЬТОХРИЗОТИЛОВОГО В'ЯЖУЧОГО НА ПОВЕРХНІ
МІНЕРАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДОРОЖНЬОГО АСФАЛЬТОБЕТОНУ
ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. У статті розглядаються теоретичні питання формування структури адсорбційно-сольватних шарів асфальтохризотилової в'язучої речовини лежить на поверхні мінеральних матеріалів дорожнього асфальтобетону. Розглянуто взаємодію дисперсних фібрил хризотилової арматури з мінеральними компонентами асфальтобетонної суміші в адсорбційному шарі. Встановлено, що діаметр дисперсної арматури відіграє ключову роль при формуванні в армованому асфальтобетоні однорідних та міцних адсорбційно-сольватних шарів органічного в'язучого. Показано, як здійснюється взаємодія між частинками мінеральної частини та утворенням зв'язків між ближнім та далеким рядом контактів. Проаналізовано вплив вмісту в асфальтобетоні одного відсотка хризотил-азбесту на такі показники, як: межа міцності при зсуві, межа міцності на розтяг при згині за негативними температурами, втомна довговічність, корозійну стійкість.

Ключові слова: асфальтохризотилоче в'язуче, асфальтобетон, хризотил-азбест, дисперсні волокна, адсорбційний шар, мінеральний матеріал.

VALERIY BRATCHUN, OLEG PSHENICHNYKH, EVGENIY ROMASYUK,
PAVEL PONOMARENKO, TAISIYA VASILYEVA, DENIS KOVAL,
STANISLAV PRISYAZHNYUK, IGOR KAMINSKY
ON THE FORMATION OF THE STRUCTURE OF ADSORPTION-SOLVATE
LAYERS OF ASPHALT CHRYSOTILE BINDER ON THE SURFACE OF MINERAL
MATERIALS OF ROAD ASPHALT CONCRETE
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. This article discusses the theoretical issues of the formation of the structure of adsorption-solvation layers of asphalt-chrysotile binder on the surface of mineral materials of road asphalt concrete. Interaction of dispersed fibrils of chrysotile reinforcement with mineral components of asphalt concrete mixture in the adsorption layer is considered. It has been established that the diameter of dispersed reinforcement plays a key role in the formation of homogeneous and durable adsorption-solvation layers of organic binder in reinforced asphalt concrete. It is shown how the interaction between the particles of the mineral part and the formation of bonds between the near and far series of contacts is carried out. The influence of the content of one percent of chrysotile asbestos in asphalt concrete on such indicators as: shear strength, tensile strength in bending at negative temperatures, fatigue life, corrosion resistance is analyzed.

Key words: asphalt-chrysotile binder, asphalt concrete, chrysotile-asbestos, dispersed fibers, adsorption layer, mineral material.

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

Пшеничных Олег Александрович – аспирант кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: комплексно-модифицированные асфальтополимербетоны, армированные полимерными волокнами.

Ромасюк Евгений Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: разработка составов технологичных и долговечных асфальтобетонов для устройства и ремонта конструктивных слоев нежестких дорожных одежд.

Пономаренко Павел Владимирович – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: модифицированные асфальтобетоны повышенной долговечности.

Васильева Таисия Алексеевна – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: модифицированные асфальтобетоны повышенной долговечности в условиях агрессивных сред.

Коваль Денис Игоревич – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: модифицированные асфальтобетоны повышенной долговечности.

Присяжнюк Станислав Сергеевич – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: модифицированные асфальтобетоны повышенной усталостной долговечности.

Каминский Игорь Анатольевич – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: модифицированные асфальтобетоны повышенной долговечности.

Братчун Валерій Іванович – доктор технічних наук, професор; завідувач кафедри автомобільних доріг і аеродромів ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: фізико-хімічна механіка технологічних та довговічних дорожніх бетонів для будівництва конструктивних шарів нежорстких дорожніх одягів на основі модифікованих органічних в'язучих та комплексного модифікування структури бетонів; розробка ефективних технологій переробки техногенної сировини на компоненти композиційних матеріалів.

Пшеничных Олег Олександрович – аспірант кафедри автомобільних доріг та аеродромів ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: комплексно-модифіковані асфальтополімербетони, армовані полімерними волокнами.

Ромасюк Євген Олександрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільних доріг та аеродромів ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розробка складів технологічних та довговічних асфальтобетонів для влаштування та ремонту конструктивних шарів нежорсткого дорожнього одягу.

Пономаренко Павло Володимирович – магістрант кафедри автомобільних доріг та аеродромів ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: модифіковані асфальтобетони підвищеної довговічності.

Васильєва Таїсія Олексіївна – магістрант кафедри автомобільних доріг та аеродромів ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: модифіковані асфальтобетони підвищеної довговічності за умов агресивних середовищ.

Коваль Денис Ігорович – магістрант кафедри автомобільних доріг та аеродромів ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: модифіковані асфальтобетони підвищеної довговічності.

Присяжнюк Станіслав Сергійович – магістрант кафедри автомобільних доріг та аеродромів ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: модифіковані асфальтобетони підвищеної втомної довговічності.

Камінський Ігор Анатолійович – магістрант кафедри автомобільних доріг та аеродромів ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: модифіковані асфальтобетони підвищеної довговічності.

Bratchun Valery – D. Sc. (Engineering), Professor; Head of the Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: physicochemical mechanics of technological and

durable road concretes for the construction of structural layers of non-rigid road coverings based on modified organic binders and complex modification of the concrete structure; development of effective technologies for processing technogenic raw materials into components of composite materials.

Pshenichnykh Oleg – master’s student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: complex-modified asphalt-polymer concrete reinforced with polymer fibers.

Romasyuk Evgeniy – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of technological and durable asphalt concrete compositions for the construction and repair of structural layers of non-rigid road pavements.

Ponomarenko Pavel – master’s student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: modified asphalt concrete with increased durability.

Vasilyeva Taisiya – master’s student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: modified asphalt concrete with increased durability.

Koval Denis – master’s student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: modified asphalt concrete with increased durability.

Prisyazhnyuk Stanislav – master’s student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: modified asphalt concrete with increased fatigue life.

Kaminsky Igor – master’s student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: modified asphalt concrete with increased durability.