

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2025, Том 17, № 3 / 2025, Vol. 17, Iss. 3 <https://esj.today/issue-3-2025.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/15SAVN325.pdf>

2.1.5. Строительные материалы и изделия (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Ласман, И. А. Разработка оптимального состава цементобетона для оснований автомобильных дорог с использованием волластонита и органоминеральной добавки / И. А. Ласман, З. А. Мевлидинов, Т. И. Левкович, Н. И. Токар, В. С. Самойлова, Д. Ю. Шкабаро, Д. Ю. Шкабаро // Вестник евразийской науки. — 2025. — Т. 17. — № 3. — URL: <https://esj.today/PDF/15SAVN325.pdf>.

For citation:

Lasman I.A., Mevlidinov Z.A., Levkovich T.I., Tokar N.I., Samoylova V.S., Shkabaro D.Yu., Shkabaro D.Yu. Development of the optimal composition of cement concrete for road bases using wollastonite and an organomineral additive. *The Eurasian Scientific Journal*. 2025;17(3): 15SAVN325. Available at: <https://esj.today/PDF/15SAVN325.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 691.3

Ласман Ирина Александровна

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Доцент кафедры «Автомобильные дороги»
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: irina.Lasman63@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2865-7496>

Мевлидинов Зельгедин Алаудинович

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Доцент
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: zelgedinm@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7071-8339>

Левкович Татьяна Ивановна

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Доцент кафедры «Автомобильные дороги»
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: tilevkovich@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8372-8114>

Токар Николай Иванович

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Доцент кафедры «Автомобильные дороги»
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: nikolay_tokar@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8263-6111>

Самойлова Виталия Станиславовна

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Аспирант кафедры «Автомобильные дороги»
E-mail: vitaliyalasman@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3031-7143>

Шкабаро Данил Юрьевич

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Аспирант кафедры «Автомобильные дороги»
E-mail: me@shkabaro.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0975-5980>

Шкабаро Денис Юрьевич

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Аспирант кафедры «Автомобильные дороги»
E-mail: me@shkabaro.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4219-8484>

Разработка оптимального состава цементобетона для оснований автомобильных дорог с использованием волластонита и органоминеральной добавки

Аннотация. Разработка эффективных цементобетонов для оснований автомобильных дорог с повышенными прочностными характеристиками, которые способны противостоять воздействию транспортных нагрузок и неблагоприятных климатических условий на сегодняшний день является одной из актуальных задач в дорожном строительстве.

Проблемы, связанные с деформациями и разрушением автомобильных дорог, требуют внедрения инновационных методов, направленных на улучшение прочностных свойств дорожных цементобетонов. В связи с этим особое внимание уделяется использованию эффективных добавок, которые способны существенно улучшить эксплуатационные характеристики бетона. Однако применение отдельных добавок часто не обеспечивает комплексного улучшения свойств материала. Решить данную проблему возможно за счет разработки и внедрения комплексных добавок, объединяющих преимущества нескольких компонентов и обеспечивающих устойчивое повышение качества цементобетона для оснований автомобильных дорог.

Поэтому авторами было предложено совместное применение природного микроармирующего наполнителя (волластонита) и органо-минеральной добавки комплексного действия, состоящей из тонкодисперсной добавки (метакаолина) и суперпластификатора (Полипласт СП-3) для получения цементобетонов оснований автомобильных дорог с улучшенными физико-механическими свойствами.

Методом математического планирования эксперимента авторами был определен оптимальный состав цементобетона для устройства оснований автомобильных дорог.

Использование волластонита с органоминеральной добавкой комплексного действия позволило уменьшить водопоглощение на 27,1 %, повысить прочность на растяжение при изгибе и на сжатие на 54,1 % и 89,2 % соответственно, по сравнению с контрольным составом.

Ключевые слова: цементобетон для оснований автомобильных дорог; волластонит; органоминеральная добавка комплексного действия; метакаолин; суперпластификатор Полипласт СП-3; физико-механические свойства; оптимизация состава и математическое планирование эксперимента

Введение

С учетом постоянного увеличения транспортных нагрузок и роста интенсивности движения на автомобильных дорогах вопросы долговечности и эксплуатационных характеристик дорожных конструкций становятся особенно актуальными [1]. Непрерывное воздействие динамических нагрузок, резкие перепады температур и циклические изменения влажности приводят к образованию микротрещин, снижению прочностных показателей и накоплению остаточных деформаций, как в асфальтобетонном покрытии, так и основаниях дорожной конструкции [2].

Для повышения срока службы оснований автомобильных дорог и обеспечения их надежности применяются цементобетоны с комплексными добавками и наполнителями специального назначения [3–8]. Одним из наиболее перспективных компонентов является метакаолин — алюмосиликатная активная минеральная добавка с высокой пуццолановой активностью (не менее 1 000 мг СаСО/г). По своей химической природе метакаолин существенно отличается от других минеральных добавок, таких как микрокремнезем, и является более экономически доступным, и обеспечивает оптимальный баланс между стоимостью и эффективностью [9].

Исследования показывают, что введение метакаолина в бетонную смесь не только улучшает прочностные характеристики материала, но и повышает его устойчивость к химическим воздействиям [10].

Минеральные наполнители улучшают зерновой состав и микроструктуру бетона, повышая его плотность и сопротивляемость к образованию трещин. Однако для дорожных цементобетонов оснований, испытывающих значительные эксплуатационные нагрузки, не менее важным является снижение водопотребности смеси без ухудшения ее удобоукладываемости. Это достигается применением пластифицирующих добавок, которые обеспечивают оптимальное водоцементное отношение, повышенную однородность и плотность бетона. Введение таких добавок позволяет добиться более равномерного распределения частиц портландцемента, улучшая его гидратацию и повышая прочностные характеристики материала [11].

Среди эффективных пластифицирующих добавок, применяемых в дорожных цементобетонах, можно выделить суперпластификатор — Полипласт СП-3. Данная добавка способствует значительному снижению водоцементного отношения и увеличению однородности смеси.

В качестве микроармирующего компонента применяют различные наполнители, которые упрочняют структуру цементобетона для оснований [12].

В настоящее время особое внимание уделяется снижению энергозатрат и улучшению прочностных и деформативных характеристик бетонных слоёв в дорожной конструкции. В условиях истощения месторождений высококачественного сырья актуальным является поиск и внедрение альтернативных минеральных ресурсов. Одним из таких перспективных материалов является сырье многофункционального назначения — силикат кальция волластонит [13; 14].

Поэтому авторами было предложено совместное применение природного микроармирующего наполнителя волластонита (В) и органо-минеральной добавки (ОМД) комплексного действия состоящей из метакаолина и суперпластификатора (Полипласт СП-3) для получения цементобетонов оснований автомобильных дорог с улучшенными физико-механическими свойствами.

Постановка цели и определение задач

Целью работы является разработка оптимального состава за счёт использования волластонита и ОМД комплексного действия, включающей метакаолин и суперпластификатор Полипласт СП-3, для получения цементобетона оснований автомобильных дорог с улучшенными физико-механическими свойствами.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- выбор и комплексное исследование сырьевых материалов для получения цементобетона оснований автомобильных дорог;
- разработка оптимального состава цементобетона для оснований;

- исследование совместного влияния волластонита и ОМД комплексного действия на прочность на растяжение при изгибе, прочность на сжатие и водопоглощение методом математического планирования эксперимента для получения цементобетона оснований автомобильных дорог с улучшенными эксплуатационными характеристиками;
- анализ и интерпретация полученных результатов.

Результаты исследования

Исследование влияния волластонита и ОМД комплексного действия на физико-механические свойства цементобетона для оснований автомобильных дорог проводилось авторами на образцах, изготовленных с применением традиционных компонентов:

- портландцемент марки ЦЕМ I 42,5Н (ООО «Серебрянский цементный завод» пгт. Октябрьский);
- песок кварцевый с модулем крупности $M_k = 1,8$ (ООО «Песко-Неруд», г. Брянск);
- щебень фракции 5–20 мм, 20–40 мм (ООО «Спектр Брянск Строй», г. Брянск);
- вода;
- природный микроармирующий наполнитель — волластонит (ООО «Стройтехнология» г. Москва);
- органоминеральная добавка комплексного действия состоящая из метакаолина (М) (ООО «Метакаолин» г. Новосибирск) и суперпластификатора Полипласт СП-3 (ООО «Главхим» г. Тула).

Органоминеральную добавку получали в результате смешивания тонкодисперсной добавки метакаолина и суперпластификатора Полипласт СП-3.

В данном исследовании роль микроармирующего компонента выполнял волластонит — силикат кальция с игольчатой формой частиц. Его содержание варьировалось от 1 до 5 %.

В качестве тонкодисперсной добавки авторы использовали метакаолин ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$), который является активной минеральной добавкой с высокой пуццолановой активностью (не менее 1 000 мг CaCO₃/г). Метакаолин представляет тонкодисперсный порошок со средним размером частиц от 1 до 5 мкм. Частицы метакаолина имеют пластинчатую форму, что обуславливает высокую удельную поверхность метакаолина — 1 670 м²/кг. Содержание метакаолина в составе смеси составляло от 5 до 15 %.

Для обеспечения необходимой подвижности смеси и снижения водоцементного отношения метакаолин рекомендуется использовать в сочетании с водоредуцирующими добавками [10]. Поэтому для приготовления цементобетонной смеси основания применяли суперпластификатор Полипласт СП-3, обеспечивающий снижение водопотребности и экономию цемента без потери прочности. Его содержание составляло от 0,4 до 0,8 %.

Для получения цементобетонной смеси однородной по составу, её изготавливали в следующей технологической последовательности:

- предварительное перемешивание волластонита с сухими компонентами смеси (Щ, П и Ц);
- приготовление ОМД комплексного действия смешиванием водного раствора суперпластификатора с метакаолином;
- перемешивание сухой смеси с водой и ОМД комплексного действия.

Изучение совместного влияния волластонита и ОМД комплексного действия на свойства цементобетона для оснований проводилось на стандартных образцах кубической формы с размером ребра 10 см и призмы квадратного сечения (10×10×40 см), изготовленных методом виброуплотнения.

Авторами проводилось определение физико-механических характеристик образцов в возрасте 28 суток согласно требованиям, ГОСТ 12730.1-2020¹, ГОСТ 10180-2012² и ГОСТ 18105-2018.³ Были проанализированы следующие показатели: средняя плотность, прочность на растяжение при изгибе, прочность на сжатие и водопоглощение.

Экспериментальное исследование совместного влияния волластонита и ОМД комплексного действия на свойства цементобетона для оснований проводили методом ортогонального центрального трёхфакторного планирования эксперимента с получением поверхности отклика, связывающих выходной параметр (y_1 — прочность на сжатие цементобетона для оснований в возрасте 28 суток, $R_{сж}$, МПа; y_2 — прочность на растяжение при изгибе цементобетона для оснований в возрасте 28 суток, $R_{раст}$, МПа; y_3 — водопоглощение цементобетона для оснований бетона, W_m , %) с переменными факторами (x_1 — содержание минеральной пуццолановой добавки метакаолина (МК) в пределах от 5 до 15 %; x_2 — содержание суперпластификатора Полипласт СП-3 (СП) от 0,4 до 0,8 %; x_3 — содержание микроармирующего наполнителя волластонита (В) от 1 до 5 %).

Матрица планирования и результаты испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1

Матрица планирования эксперимента для цементобетона оснований

№ опыта	Матрица планирования						Выходные свойства		
	кодированный вид			натуральный вид			$y_1(R_{сж})$, МПа	$y_2(R_{раст})$, МПа	$y_3(W_m)$, %
	x_1	x_2	x_3	МК, %	СП, %	В, %			
1	-1	-1	-1	5	0,4	1,0	11,51	1,90	6,8
2	-1	+1	-1	5	0,8	1,0	12,84	2,05	6,5
3	-1	-1	+1	5	0,4	5,0	12,33	2,20	6,2
4	-1	+1	+1	5	0,8	5,0	14,26	2,35	5,9
5	+1	-1	-1	15	0,4	1,0	15,75	2,10	6,1
6	+1	-1	+1	15	0,4	5,0	16,97	2,45	5,6
7	+1	+1	-1	15	0,8	1,0	17,62	2,30	5,4
8	+1	+1	+1	15	0,8	5,0	19,39	2,85	5,1
9	-1	0	0	5	0,6	3,0	13,44	2,15	6,0
10	+1	0	0	15	0,6	3,0	17,85	2,55	5,3
11	0	0	-1	10	0,6	1,0	14,54	2,08	6,3
12	0	0	+1	10	0,6	5,0	15,92	2,38	5,5
13	0	-1	0	10	0,4	3,0	13,81	2,12	6,4
14	0	+1	0	10	0,8	3,0	16,73	2,48	5,8
15	0	0	0	10	0,6	3,0	15,37	2,25	5,7

Составлена авторами

На основе расчётных данных с использованием программы Sigma Plot авторами построены поверхности отклика, демонстрирующие качественную зависимость характеристик

¹ ГОСТ 12730.1-2020. Бетоны. Методы определения плотности. Взамен ГОСТ 12730.1-78; введ. 01.09.2021 г. — М.; Стандартинформ, 2020. — 14 с.

² ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. Взамен ГОСТ 10180-90; введ. 01.07.2013 г. — М.; Стандартинформ, 2012. — 31 с.

³ ГОСТ 18105-2018. Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. Взамен ГОСТ 18105-2010; введ. 01.01.2020 г. — М.; Стандартинформ, 2018. — 13 с.

образцов цементобетона для оснований автомобильных дорог от содержания применяемых добавки (рис. 1–3).

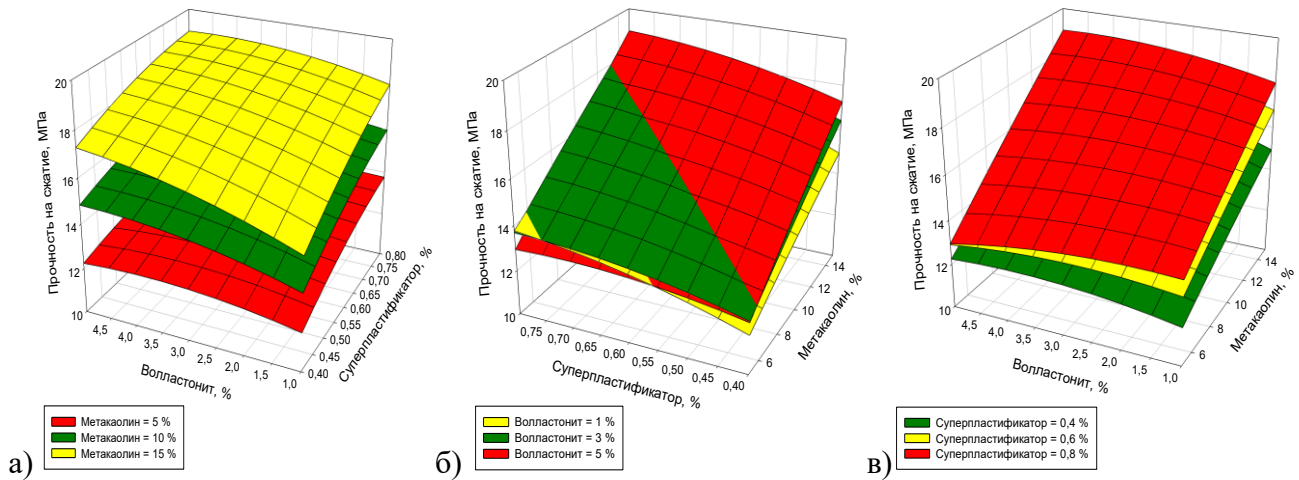


Рисунок 1. Поверхности отклика математической модели зависимости прочности на сжатие цементобетона оснований в возрасте 28 суток от варьируемых факторов при фиксированных значениях процентного содержания: а — метаксаолина; б — суперпластификатора; в — волластонита (разработано авторами)

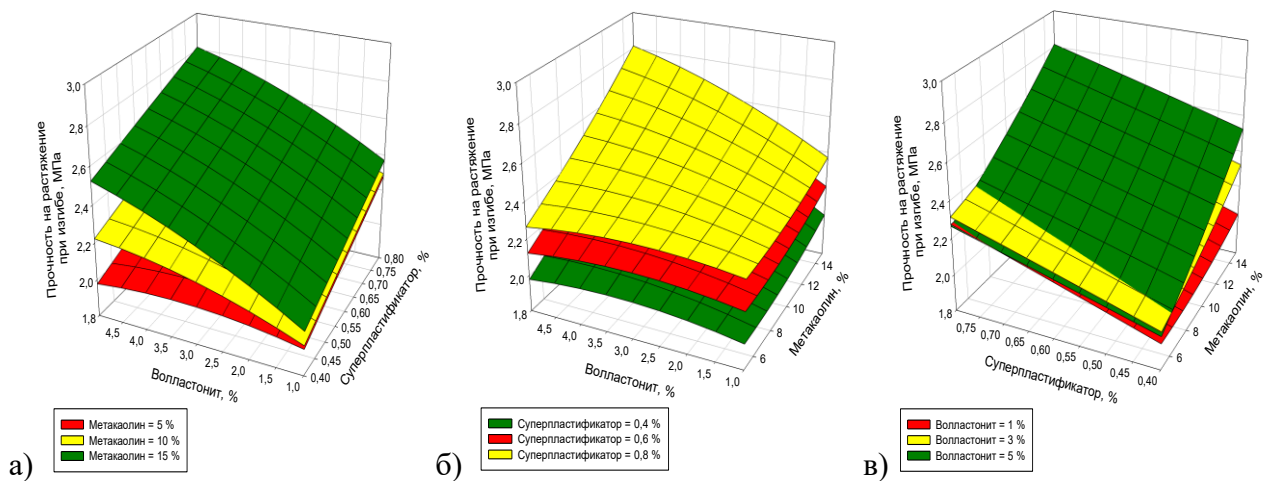


Рисунок 2. Поверхности отклика математической модели зависимости прочности на растяжение при изгибе цементобетона оснований в возрасте 28 суток от варьируемых факторов при фиксированных значениях процентного содержания: а — метаксаолина; б — суперпластификатора; в — волластонита (разработано авторами)

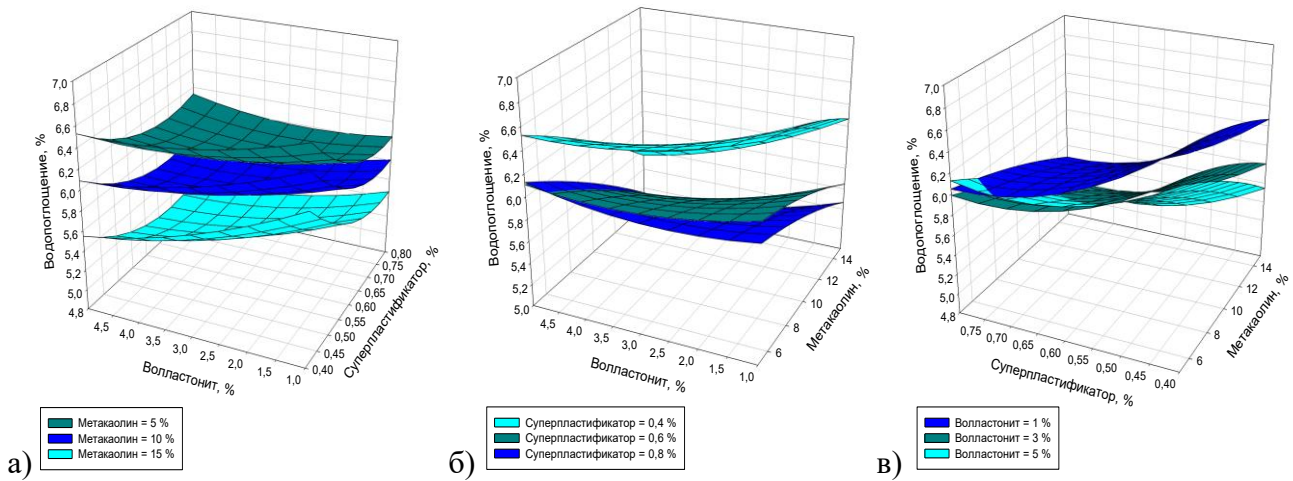


Рисунок 3. Поверхности отклика математической модели зависимости водопоглощения цементобетона оснований в возрасте 28 суток от варьируемых факторов при фиксированных значениях процентного содержания: а — метакАОлина; б — суперпластификатора; в — волластонита (разработано авторами)

Уравнения регрессии представлены формулами 1–3:

Уравнение математической модели зависимости прочности на сжатие цементобетона оснований в возрасте 28 суток от процентного содержания метакАОлина, суперпластификатора, волластонита:

$$y_1 = 15,694 + 2,32x_1 + 0,945x_2 + 0,377x_3 - 0,078x_1^2 - 0,303x_2^2 - 0,327x_3^2 + 0,256x_1x_2 + 0,449x_1x_3 - 0,339x_2x_3. \quad (1)$$

Уравнение математической модели зависимости прочности на растяжение при изгибе цементобетона оснований в возрасте 28 суток от процентного содержания метакАОлина, суперпластификатора, волластонита:

$$y_2 = 2,293 + 0,16x_1 + 0,156x_2 + 0,12x_3 + 0,028x_1^2 - 0,002x_2^2 - 0,044x_3^2 + 0,113x_1x_3 - 0,012x_2x_3. \quad (2)$$

Уравнение математической модели зависимости водопоглощения цементобетона оснований от процентного содержания метакАОлина, суперпластификатора, волластонита:

$$y_3 = 5,727 - 0,39x_1 - 0,3x_2 - 0,16x_3 - 0,05x_1^2 + 0,22x_2^2 + 0,1x_3^2 - 0,1x_1x_3 + 0,1x_2x_3. \quad (3)$$

Из уравнений регрессии и поверхностей отклика следует, что максимальные значения показателей прочности были получены при минимальном водопоглощении (состав № 8). При содержании В — 5 %, МК— 15 % и СП — 0,8 % прочность цементобетона для оснований в возрасте 28 суток на растяжение при изгибе и на сжатие составила 2,85 МПа и 19,39 МПа соответственно, водопоглощение 5,1 %.

Физико-механические свойства цементобетона для оснований автомобильных дорог представлены в таблице 2.

Исследование, результаты которого представлены в таблице 2, показало, что совместное применение волластонита (В) в сочетании с органоминеральной добавкой комплексного действия на основе метакАОлина (МК) и суперпластификатора Полипласт СП-3 (СП) положительно влияет на физико-механические характеристики цементобетона для оснований автомобильных дорог.

Таблица 2

Физико-механические свойства цементобетона для оснований автомобильных дорог

Наименование показателя, единица измерения	Состав «тощего» бетона	
	контрольный	с комплексной добавкой
Средняя плотность, кг/м ³	2 213	2 391
Водопоглощение, %	7,0	5,1
Прочность на растяжение при изгибе, МПа, в возрасте 28 суток	1,85	2,85
Прочность на сжатие, МПа, в возрасте 28 суток	10,25	19,39
Марка бетона	M100	M150
Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе	B 1,6	B 2,8
Класс бетона по прочности на сжатие	B 7,5	B 12,5

Составлена авторами

Основными факторами, улучшающими физико-механические свойства цементобетона для оснований автомобильных дорог, являются:

- высокая активность метаксаолина, благодаря которой образуются дополнительные гидратные соединения, которые способствуют: уплотнению структуры цементного камня, снижению его пористости, повышению прочности и долговечности материала;
- игольчатая морфология волластонита, которая действует как микрофибра, создавая эффект микроармирования и способствует увеличению прочностных показателей, снижению риска образования трещин;
- роль суперпластификатора Полипласт СП-3, способствующего снижению водоцементного отношения.

Применение В и ОМД комплексного действия в составах (табл. 2) по сравнению с контрольным способствует:

- повышению средней плотности на 8 %, повышение прочности на растяжение при изгибе на 54,1 % и прочности на сжатие на 89,2 %;
- уменьшению водопоглощения на 27,1 %;
- повышение класса бетона по прочности: на растяжение при изгибе с В1,6 до В2,8 и сжатию с В7,5 до В12,5.

Заключение

Совместное применение 5 % волластонита и органо-минеральной добавки, состоящей из 15 % метаксаолина и 0,8 % суперпластификатора Полипласт СП-3 (состав № 8), позволяет:

- Увеличить прочность на растяжение при изгибе и на сжатие за счет уплотнения структуры цементного камня и микроармирования игольчатыми частицами волластонита.
- Снизить водопоглощение за счет уменьшения пористости цементного камня. А также будет способствовать повышению морозостойкости, увеличению эксплуатационной надёжности и долговечности цементобетона для оснований автомобильных дорог, работающих в условиях попеременного замерзания и оттаивания.

Оптимальным составом, обеспечивающим максимальное повышение прочности на растяжение при изгибе и на сжатие, а также наибольшее снижение водопоглощения, является состав № 8, при котором:

- прочность на растяжение при изгибе возрастает в 1,54 раза;
- прочность на сжатие увеличивается в 1,89 раза;
- средняя плотность повышается в 1,08 раз.
- водопоглощение снижается в 1,27 раза.

Совместное использование В и ОМД комплексного действия, состоящей из метакаолина и суперпластификатора Полипласт СП-3, позволяет получить цементобетон для оснований автомобильных дорог с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самойлова В.С. Исследование влияния комплексной добавки на свойства «тощего» бетона основания для конструкций дорожных одежд / В.С. Самойлова, И.А. Ласман, З.А. Мевлидинов // Вестник БГИТУ, посвященный 95-летию университета: материалы конф. (Брянск, 20 января 2025 г.). — Брянск: БГИТУ, 2025. — С. 133–135.
2. Nuguzhinov Z. Studying the causes of the open type overland car parking collapse in Nur-Sultan / Z. Nuguzhinov, D. Tokanov, G. Tazhenova, A. Rakhimov, I. Kurokhtina // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. — 2020. — Т. 953, № 1. — С. 012054.
3. Ласман И.А. Применение комплексной добавки в цементобетонах для оснований автомобильных дорог / И.А. Ласман, Д.Ю. Шкабаро, Д.Ю. Шкабаро // Инновации в строительстве — 2024: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Брянск, 3–6 апреля 2024 г.). — Брянск: БГИТУ, 2024. — С. 299–304.
4. Самойлова В.С. «Тощий» бетон с комплексной добавкой для оснований дорожных одежд / В.С. Самойлова, И.А. Ласман, З.А. Мевлидинов // Научный Альманах. — 2025. — № 2-3(124). — С. 79–83.
5. Ласман И.А. Влияние микро и нанодисперсных добавок-наполнителей на физико-механические свойства «тощего» бетона для оснований автомобильных дорог / И.А. Ласман [и др.] // Вестник евразийской науки. — 2024. — Т. 16, № 3. — URL: <https://esj.today/PDF/33SAVN324.pdf>.
6. Шинко Р.М. Модифицирующие добавки для «тощих» бетонов / Р.М. Шинко, В.С. Самойлова, И.А. Ласман // Актуальные вопросы науки, техники, технологии: сб. науч. трудов национ. конф. (Брянск, 7–10 февраля 2024 г.). — Брянск: БГИТУ, 2024. — С. 638–641.
7. Трофимов Б.Я. Бетон для современных магистралей / Б.Я. Трофимов, К.В. Шулдяков // Наука ЮУрГУ: материалы 68-й науч. конф. — Челябинск, 2016. — С. 199–206.
8. Крамар Л.Я., Кудяков А.И., Трофимов Б.Я., Шулдяков К.В. Цементные тяжелые бетоны для строительства скоростных автомобильных дорог. // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. — 2017 — №4 — С. 147–157.
9. Kim H.-S. Strength properties and durability aspects of high strength concrete using Korean metakaolin / H.-S. Kim, S.-H. Lee, H.-Y. Moon // Construction and Building Materials. — 2007. — Т. 21, № 6. — С. 1229–1237.

10. Curcio F. Metakaolin as pozzolanic microfiller for high-performance mortars / F. Curcio, B.A. DeAngelis, S. Pagliolico // *Cement and Concrete Research*. — 1998. — Т. 28, № 6. — С. 803–809.
11. Hsu K.-C. Effect of addition time of a superplasticizer on cement adsorption and on concrete workability / K.-C. Hsu [et al.] // *Cement and Concrete Composites*. — 1999. — Т. 21, № 5-6. — С. 425–430.
12. Liu J. Influence of mineral nano-fibers on the physical properties of road cement concrete material / J. Liu [et al.] // *Construction and Building Materials*. — 2018. — Т. 190. — С. 287–293.
13. Soliman A.M. Effects of shrinkage reducing admixture and wollastonite microfiber on early-age behavior of ultra-high performance concrete / A.M. Soliman, M.L. Nehdi // *Cement and Concrete Composites*. — 2014. — Т. 46. — С. 81–89.
14. Bright Singh S. Effect of metakaolin on the properties of pervious concrete / S. Bright Singh, M. Murugan // *Construction and Building Materials*. — 2022. — Т. 346. — С. 128476.

Lasman Irina Aleksandrovna

Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia
E-mail: irina.Lasman63@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2865-7496>

Mevlidinov Zelgedin Alaudinovich

Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia
E-mail: zelgedinm@yandex.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7071-8339>

Levkovich Tatiana Ivanovna

Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia
E-mail: tilevkovich@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8372-8114>

Tokar Nikolai Ivanovich

Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia
E-mail: nikolay_tokar@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8263-6111>

Samoylova Vitaliya Stanislavovna

Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia
E-mail: vitaliyalasman@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3031-7143>

Shkabaro Danil Yurievich

Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia
E-mail: me@shkabaro.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0975-5980>

Shkabaro Denis Yurievich

Bryansk State Engineering-Technological University, Bryansk, Russia
E-mail: me@shkabaro.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4219-8484>

Development of the optimal composition of cement concrete for road bases using wollastonite and an organomineral additive

Abstract. The development of effective cement concrete for the foundations of highways with increased strength characteristics, which are able to withstand the effects of transport loads and adverse climatic conditions, is currently one of the urgent tasks in road construction. The problems associated with deformations and destruction of highways require the introduction of innovative methods aimed at improving the strength properties of road cement concrete. In this regard, special attention is paid to the use of effective additives that can significantly improve the performance of concrete. However, the use of individual additives often does not provide a comprehensive improvement in the properties of the material. It is possible to solve this problem through the development and implementation of complex additives that combine the advantages of several components and ensure a sustainable improvement in the quality of cement concrete for the foundations of highways.

Therefore, the authors proposed the combined use of a natural micro-reinforcing filler (wollastonite) and an organo-mineral additive of complex action consisting of a finely dispersed additive (metakaolin) and a superplasticizer (Polyplast SP-3) to produce cement-based road bases with

improved physico-mechanical properties. By the method of mathematical planning of the experiment, the authors determined the optimal composition of cement concrete for the construction of the foundations of highways. The use of wollastonite with an organomineral additive of complex action made it possible to reduce water absorption by 27,1 %, increase flexural and compressive strength by 54,1 % and 89,2 %, respectively, compared with the control composition.

Keywords: cement concrete for road bases; wollastonite; organomineral additive of complex action; metakaolin; superplasticizer Polyplast SP-3; physico-mechanical properties; composition optimization and mathematical planning of the experiment