

УДК 691.32

***ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОЖНОГО  
ОСНОВАНИЯ******Романенко И.И.,****к.т.н., доцент**Пензенский государственный университет архитектуры и строительства**Россия, г. Пенза****Петровнина И.Н.,****к.т.н., доцент**Пензенский государственный университет архитектуры и строительства**Россия, г. Пенза****Пинт Э.М.,****к.т.н., профессор**Пензенский государственный университет архитектуры и строительства**Россия, г. Пенза****Шарипков А. Д.****студент**Пензенский государственный университет архитектуры и строительства**Россия, г. Пенза***Аннотация**

Несоответствие поведения традиционных дорожных бетонов ожидаемому сроку эксплуатации, по-видимому, связано с недостаточными исследованиями влияния внешних и внутренних факторов на свойства бетонов и отсутствием систематического и научно обоснованного анализа роли вяжущего и заполнителей на структуру камня. Целью исследований является рациональное применение техногенных отходов производств и некондиционного сырья для получения композиционного вяжущего для дорожного строительства с

Дневник науки | [www.dnevniknauki.ru](http://www.dnevniknauki.ru) | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

## ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

высокими эксплуатационными свойствами. Новизна работы состоит в оптимальном подборе ингредиентов вяжущего на основе некондиционных материалов и гиперпластификатора нового поколения. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности широкого применения мелких песков и молотых неорганических отходов производств в получении композиционного вяжущего, что позволяет снизить себестоимость грунтобетонов и бетонных дорожных изделий.

**Ключевые слова:** бетоны, комплексное вяжущее, модификаторы, малоцементные и безцементные вяжущие, цементный камень, солестойкость, истираемость, ресайклинг.

***FEATURES OF THE TECHNOLOGY OF BUILDING A ROAD BASE******Romanenko I.I.,****Ph.D., Associate Professor**Penza State University of Architecture and Construction**Russia, Penza****Petrovnina I.N.,****Ph.D., Associate Professor**Penza State University of Architecture and Construction**Russia, Penza****Pint E.M.****Ph.D., professor**Penza State University of Architecture and Construction**Russia, Penza****Sharipkov A.D.****student**Penza State University of Architecture and Construction**Russia, Penza*

**Annotation**

The discrepancy between the behavior of traditional road concretes and the expected service life is apparently due to insufficient studies of the influence of external and internal factors on the properties of concrete and the lack of a systematic and scientifically based analysis of the role of binder and aggregates on the structure of the stone. The aim of the research is the rational use of industrial wastes and substandard raw materials to obtain a composite binder for road construction with high performance properties. The novelty of the work lies in the optimal selection of binder ingredients based on substandard materials and a new generation of hyperplasticizer. The results obtained indicate the feasibility of widespread use of fine sands and ground inorganic waste products in the production of composite binder, which reduces the cost of soil concrete and concrete road products.

**Key words:** concrete, complex binder, modifiers, low-cement and non-cement binders, cement stone, salt resistance, abrasion, recycling.

В конце двадцатого века наука о строительных материалах совершила прорыв. Разработаны гиперпластификаторы, получены бетоны на основе ВНВ (вяжущее низкой водопотребности) [6, 9], изменилась технология вакуумного изготовления изделий, произошло усовершенствование процессов измельчения минеральных материалов [7].

Бетон на малоцементном вяжущем имеет такие достоинства, как сравнительно низкий расход энергии при производстве композиционного цемента; возможность эффективного использования отходов производств [1, 3] и введения их в бетонную смесь для регулирования структуры бетонов; способность придавать визуально-привлекательные формы сооружениям из него и эффективно армировать их фиброй из органических и неорганических веществ являющихся побочными продуктами.

## ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

Модифицированный бетон [5, 11], изготовленный с применением гиперпластификаторов (растворами полимеров), является перспективным материалом для таких сооружений, как портовые конструкции, эксплуатируемые в условиях полного или частичного погружения в соленые и пресные воды, как настилы мостов, дорожные конструкции, тротуарная плитка и бордюрные камни. Он обладает прочностью на сжатие 60-100 МПа, очень низкой водо- и паропроницаемостью, малой пористостью, устойчив к действию химических растворов [12, 14], ему свойственна высокая абразивная стойкость.

Проблема рационального использования природных ресурсов при проектировании таких бетонов ставит особую задачу – максимальное использование техногенного сырья и продуктов промышленной переработки.

Достоинством модифицированных бетонов является рециркулируемость, то есть его повторное использование после окончания срока эксплуатации в качестве заполнителя при изготовлении нового бетона и строительстве дорог.

Технология получения модифицированных бетонов, позволяет широко их использовать для производства изделий дорожного назначения [10, 13].

Первый этап данного процесса заключается в изготовлении комплексного вяжущего для укрепления грунтов методом ресайклинга. Этот способ позволяет максимально утилизировать лом бетона при строительстве новых дорог. На втором этапе происходит изготовление железобетонных плит и вибропрессовых изделий из модифицированного бетона высокой прочностью, морозостойкостью и высокой износостойкостью. И третий этап представляет собой устройство дорог из объемно напряженных железобетонных конструкций.

Следует отметить, что использования только новых дорожных материалов без применения современных технологий производства недостаточно для получения действительно эффективных результатов [2, 15].

К таким технологиям относятся:

## ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

- измельчение материала до удельной поверхности 3500-18000 см<sup>2</sup>/г;
- классификация по крупности;
- создание однородной смеси из материалов разной плотности;
- возможность изменять частоту вращения лопастей смесителя с одновременным воздействием вибрации;
- постоянный контроль за В/Т и В/Ц отношениями бетонной смеси;
- поддержание заданных параметров твердения бетонной смеси (температура, влажность, временные интервалы) во временном интервале.

Контроль за свойствами поступающих материалов и технологией приготовления бетона должна осуществляться автоматизированной системой с использованием персональных компьютеров, что существенно снижает роль человеческого фактора [8].

Использование новых технологий и материалов дает следующие достоинства и преимущества:

- экологичность (использование техногенных отходов различных производств и пылеватых песков);
- обеспечение архитектурным изделиям различной формы и очертаний;
- изготовление архитектурно-выразительных изделий с поверхностью искусственного гранита, мрамора и других материалов;
- получаемые бетоны обладают прочностью на сжатие 60 – 80 МПа, низкой водо- и паропроницаемостью, устойчивы к действию морской воды (солевых растворов), высокая абразивная стойкость [9, 5, 4];
- имеется возможность использовать повторно отслуживший свой срок бетон в качестве заполнителя для дорожных работ.

В таблице 1 представлена кинетика набора прочности мелкозернистых дорожных бетонов. В связи с продолжением исследований особенностей бетонов их составы в таблице не приведены.

## ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

В качестве основных материалов для изготовления дорожных бетонов использовали: портландцемент ПТЦ Д0 М500; песок Александровского карьера Пензенской области с  $M_{кр} = 1,1$ ; молотый песок с удельной поверхностью  $S_{уд.} = 1800-4000 \text{ см}^2/\text{г}$ ; пыль от улавливания электрофильтров металлургического производства; отсев от дробления гранитного щебня фракции 2,5-5,0 мм; супер- и гиперпластификаторы.

Приведенные технологии наиболее применимы для заводского производства, а для условий строительства дорог оптимальным считается метод холодного ресайклинга – одновременного смешение местного грунта с комплексным вяжущим и гиперпластификатором на заданную глубину.

Таблица 1 – Кинетика набора прочности бетонов

№ пп	Способ изготовления	Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$	В/Ц	В/Т	Прочность на сжатие/изгиб, МПа; в возрасте, суток				
					1	3	7	14	28
1	литой	2050	0,33	0,11	16,6 /4,65	39,5 /5,1	54,7 /6,7	58,5 /7,2	59,6 /7,9
	вибропрессование	2288	0,11	0,07	15,4	25,8	39,0	47,7	56,8
2	литой	2179	0,41	0,13	21,0 /4,8	36,4 /6,7	49,4 /8,9	73,4 /9,3	80,3 /9,9
	вибропрессование	2189	0,14	0,08	19,0	31,3	44,8	64,5	77,1
3	литой	2170	0,38	0,12	22,5 /3,1	44,4 /6,4	73,5 /9,0	102,5 /11,1	125,0 /13,7
	вибропрессование	2341	0,16	0,08	20,1	40,4	66,8	91,0	113,6

Пензенская область широко использует технологию холодного ресайклинга при строительстве дорог по программе БКД. Отсутствие местных карьеров с высокопрочным каменным материалом позволяет широко использовать доломитовый щебень прочностью на сжатие 400-600  $\text{кг}/\text{см}^2$  и

фракционный материал после дробления бетонного лома. В качестве вяжущего применяют смешанное вяжущее на основе портландцемента ПТЦ Д0 М500 и молотого кварцевого песка в соотношении 1:0,75 [7, 11]. Дозировка комплексного вяжущего составляет 10% от массы смешиваемого грунта.

В качестве структурирующей добавки применяют отсеvy от дробления бетона фракции 5-10 мм. Это способствует созданию оптимального зернового каркаса получаемого композиционного материала. В тоже время для снижения коэффициента трения между материалами при уплотнении используется гиперпластификатор. Дозировка которого составляет 0,5% от расхода вяжущего.

Основным материалом грунтового основания дороги является суглинок или старое дорожное основание. Перемешивание предварительно распределенного вяжущего и дробленого щебня с грунтом осуществляется специализированными машинами на глубину 200-250 мм при одновременной подачи водного раствора гиперпластификатора.

Современная технология получения дорожного основания опирается на планирование поверхности автогрейдерами и в последствии уплотнение катками. Проектную прочность композиционный материал набирает в возрасте 90 суток, а движение транспорта возможно уже через сутки. Прочность дорожного основания в возрасте 90 суток она достигает 65-110 кг/см<sup>2</sup>, тогда как для открытия по нему движения прочность должна составлять не менее 34-46 кг/см<sup>2</sup>.

Для обеспечения высоких эксплуатационных свойств полученное основание закрывается асфальтобетоном.

### **Библиографический список**

1. Баженов, Ю. М. Многокомпонентные мелкозернистые бетоны / Ю. М. Баженов // Строит, материалы, оборудование, технологии XXI века. -2001.- №10.-С. 24.

2. Беленцов, Ю. А. Формирование оптимального гранулометрического состава заполнителя растворов / Ю. А. Беленцов // Строит, материалы, оборудование, технологии XXI века. 2005. - №9. - С. 36-37.
3. Цементные бетоны с минеральными наполнителями /Л. И. Дворкин, В. И. Соломатов, В. Н. Выровой, С. М. Чудновский. Киев : Будивэльнык, 1991.-136 с.
4. Fleischer, W. Neuerungen bei Fahrbahndecken aus Beton. Teil I. Grundlagen und Fortschritten / W. Fleischer, D. Grossmfnn, H. Moschwitzer // Beton. - 2000. - № 7. - S. 376-380.
5. Калашников В.И. Что такое порошково - активированный бетон нового поколения // Строительные материалы. 2012. № 6. С. 1-2
6. Ланге, Ю. Г. Применение очень мелких и мелких песков в дорожном бетоне: дис. канд. техн. наук / Ланге Ю. Г. М., 1986. - 233 с.
7. Лесовик, Р. В. Мелкозернистые бетоны для дорожного строительства с использованием отходов мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов: дис. . канд. техн. наук : 05.23.05 / Лесовик Руслан Валерьевич. Белгород, 2002. - 207 с.
8. Львович, К. И. Песчаный бетон строительный материал России XXI века / К. И. Львович // Строит, материалы, оборудование, технологии XXI века. - 2004. - № 2. - С. 16-17.
9. Несветаев, Г. В. Эффективное применение суперпластификатора «СП-1» / Г. В. Несветаев // Технологии бетонов. 2004. - № 2. - С. 6.
10. Розенталь, Н. К. О причинах раннего повреждения бетонных и железобетонных конструкций / Н. К. Розенталь, Г. В. Чехний, Г. В. Любарская // Промышленное и гражданское строит. 2002. - № 9. - С. 41-43.
11. Романенко И.И., Петровнина И.Н., Романенко М.И. Модифицирование вяжущего тонкомолотыми компонентами // Дневник науки, 2018, № 2 URL: [dnevnikaui.ru/index.php/number2-2018/tekhnicheskie-nauki-2-2018](http://dnevnikaui.ru/index.php/number2-2018/tekhnicheskie-nauki-2-2018).

## ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ДНЕВНИК НАУКИ»

12. Романенко И.И. Стойкость заполнителей в цементном камне в обеспечении долговечности сооружений // Региональная архитектура и строительство. 2019. № 2 (39). С. 32-39.
13. Чернявский, В. Л. Адаптационно-коррозионный механизм взаимодействия бетонов с внешней средой / В. Л. Чернявский // Изв. вузов. Строит. 2004. - № 8. - С. 57-62.
14. Шахова, Л. Д. Высолообразование на прессованных бетонных изделиях / Л. Д. Шахова, М. В. Кафтаева, Ш. М. Рахимбаев // Тр. НГАСУ. -Новосибирск: НГАСУ, 2002. Т. 5. - Вып. 2 (17). - С. 117-121.
15. Yang, R. // Renhe Yang, Christopher D Lawrence, Cyril J. Lynsdale, John H. Sharp. Cement and Concrete Research. 1999. - Vol.29. - pp. 17-25.

*Оригинальность 90%*