

УДК 666.972

А. В. МАРИНИЧ, Д. А. БРЕЛЬ (ЗСАС-61)

Научный руководитель – ст. преп. *Д. Ю. АЛЕКСАНДРОВ*

ЦЕМЕНТОБЕТОН ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫЙ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫМ ВОЛОКНОМ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Рассмотрена возможность применения дисперсно-армированных полипропиленовым волокном цементобетонов для повышения эксплуатационной надежности дорожных покрытий. Показано, что внедрение данной технологии в Беларуси не приводит к значительному увеличению стоимости строительства, а доступные машины и оборудование позволяют успешно реализовать предлагаемый технологический процесс.

Повышение долговечности дорожных покрытий является одной из важнейших задач в дорожном строительстве. Сопоставление свойств асфальто- и цементобетонов указывает на ряд преимуществ цементобетонных покрытий [1]: более высокую прочность; стабильность свойств при изменении температуры окружающей среды по периодам года, длительный (25–30 лет) срок службы до капитального ремонта при надлежащем качестве строительства и эксплуатации и др. Наиболее долговечными при постоянном росте интенсивности движения, увеличении транспортных потоков и грузоподъемности машин являются цементобетонные покрытия.

Основной особенностью цементобетона, используемого для строительства дорожных одежд автомобильных дорог, является его способность длительно выдерживать значительные динамические истирающие, сжимающие и изгибающие механические нагрузки. С целью обеспечения требуемых эксплуатационных показателей цементобетонного покрытия в течение срока службы в сложных условиях эксплуатации, вызванных многообразием климатических и транспортных воздействий, необходима модификация материала различными добавками (например, дисперсными волокнами).

Все существующие арматурные элементы для цементобетона подразделяют на две основные группы: элементы замкнутой и незамкнутой формы [2]. Арматурные элементы замкнутой формы не находят широкого применения в связи с высокой трудоемкостью их изготовления и повышением стоимости. Арматурные элементы незамкнутой формы, т. е. собственно фибры, представляют собой отдельные отрезки тонких волокон конечной длины диаметром до 2 мм.

Добавление этих элементов в состав смеси помогает получить более высокую прочность при растяжении и на срез, ударную и усталостную проч-

ность, трещиностойкость и вязкость разрушения, морозостойкость, водонепроницаемость [3]. Дисперсное армирование дорожных бетонов в Беларуси не находит на сегодняшний день широкого применения. Наличие опытных участков с примерами успешной реализации данного способа модификации дорожных бетонов способствовало бы развитию комплекса научно-исследовательских и технических работ в направлении.

Для дисперсного армирования бетонов применяются различные волокна. Чаще всего используют высокомодульные волокна (стекляные, базальтовые и пр.), так как они имеют высокую прочность [4]. Однако низкоимодульные волокна (например, полипропиленовые) имеют свои преимущества – они более доступны и технологичны. Эффективность дисперсного армирования полипропиленовыми волокнами зависит как от их концентрации, так и способа введения в смесь.

Концентрационный фактор в управлении структурообразованием бетона имеет большое значение. Недостаточное количество дисперсной арматуры не приведет к ожидаемому повышению физико-механических свойств, а избыток ухудшает технологичность смеси и ее прочностные свойства из-за комкования волокон. Исследователями из Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова установлено, что введение в смесь для дорожного строительства 4 кг полипропиленовой фибры приводит к повышению прочности на сжатие до 13 % и на растяжение при изгибе до 38 % стандартных образцов [5].

Равномерность распределения дисперсного волокна по объему смеси зависит от порядка введения и перемешивания ее компонентов. Существуют различные способы введения дисперсного волокна в смесь: распушивание и смешивание с сухими компонентами; введение в смесь из сухих компонентов с водой затворения; смешивание с предварительно увлажненным песком и последующее введение цемента и оставшейся воды.

Максимальные значения ударной прочности, прочности на изгиб и прочности на сжатие, а также минимальное значение истираемости отмечены при третьем способе введения дисперсного волокна. Равномерное распределение фибры в материале обусловлено ее налипанием на влажные частицы песка в процессе перемешивания, что более эффективно, чем диспергирование прядей микрофибры в воде затворения [6].

С учетом отечественного опыта дорожного строительства можно предложить следующий состав тяжелого дисперсно-армированного бетона класса Btb4.4 (B35, F150) для устройства дорожного покрытия (на 1 м³ готовой смеси):

- портландцемент ПЦ 500-ДО-Н – 420 кг;
- щебень гранитный смеси фракций 5–20 мм – 1130 кг;
- песок природный средней крупности высшего класса – 740 кг;
- вода – 160 кг;
- добавка пластифицирующая PR-02 – 2,05 кг (0,65 % от цемента);

- добавка воздухововлекающая AV-02 – 1,02 кг (0,1 % от цемента);
- добавка фибра полипропиленовая – 4,0 кг (0,95 % от цемента).

Материально-техническое обеспечение дорожной отрасли Беларуси позволяет реализовать технологию дисперсно-армированного дорожного бетона. Например, автоматизированный бетонный завод SmartBeton 135 со смесительной установкой CO-NELE CHS 6750/4500, работающий в общем технологическом комплексе по устройству цементобетонного покрытия автомобильных дорог с комплектом высокопроизводительных бетоноукладочных машин Gomaco, используется при реконструкции магистральных автомобильных дорог нашей страны.

Суммарные затраты на строительство цементобетонного покрытия, дисперсно-армированного полипропиленовым волокном, возрастают незначительно. Рост расходов обусловлен только стоимостью и расходом добавки. Например, при строительстве такого покрытия на участке реконструкции автомобильной дороги М-10 «Граница Российской Федерации (Селище) – Гомель – Кобрин», км 112,0 – км 116,0 итоговая стоимость работ по устройству покрытия составит 6 170 000 руб. Это на 7,8 % больше, чем стоимость строительства покрытия из тяжелого бетона без добавки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 О строительстве автомобильных дорог с цементобетонными покрытиями / Т. И. Левкович, Е. Г. Воробьев, А. А. Копылова [и др.] // Инновации в строительстве – 2020 : сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию строит. ин-та ФГБОУ ВО «БГИТУ», Брянск, 25 дек. 2020 г. – Брянск : Брянский государственный инженерно-технологический университет, 2020. – С. 462–467.

2 **Левкович, И. Ф.** Фиброцементобетоны при строительстве покрытий автомобильных дорог / И. Ф. Левкович, Н. В. Халезов, Т. И. Левкович // Фундаментальные и прикладные научные исследования в современном мире : сб. науч. ст. по материалам X Междунар. науч.-практ. конф., Уфа, 24 февр. 2026 г. – Уфа : Научно-издательский центр «Вестник науки», 2026. – С. 116–122.

3 **Кирюшин, Н. С.** Фибробетон и его характеристики / Н. С. Кирюшин, М. Н. Антипов // Современные научные исследования и инновации. – 2022. – № 5(133). – URL: <https://web.snauka.ru/issues/2022/05/98372> (дата обращения: 11.03.2026).

4 **Молочко, Н. А.** О дисперсном армировании цементобетонов / Н. А. Молочко // Молодежь и научно-технический прогресс : сб. докладов XV Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Губкин, 7 апр. 2022 г. В 2 т. / сост.: Е. Н. Иванцова [и др.]. – Губкин : Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2022. – Т. 1. – С. 265–267.

5 **Клюев, С. В.** Мелкозернистый фибробетон с использованием полипропиленового волокна для покрытия автомобильных дорог / С. В. Клюев, Е. Н. Авилова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2013. – № 1. – С. 37–40.

6 **Коровкин, М. О.** Влияние способа введения полипропиленовой микрофибры на свойства мелкозернистого бетона / М. О. Коровкин, Н. А. Ерошкина, К. А. Крайнова // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2020. – № 5 (30). – С. 114–122.

Получено 29.05.2026