

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 691.32

УЛУЧШЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИИ БЕТОННОГО ОСНОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В.А. ХВАТЫНЕЦ, Е.А. ТРАМБИЦКИЙ
(Представлено: канд. техн. наук Д.Н. ШАБАНОВ)

Рассматривается эффективность использования обрезков щелочестойкой стеклосетки при дисперсном армировании цементных плит, используемых в дорожном строительстве. Приведены результаты испытаний на продавливание цементных плит с различным процентным содержанием стеклосетки. Установлено оптимальное содержание волокна в количестве 10% от массы вяжущего.

Разработка экономичных цементобетонных покрытий, обладающих высокими эксплуатационными качествами и показателями современного технического уровня, является актуальной задачей для дорожного строительства Республики Беларусь.

На эксплуатационные показатели дорожных одежд оказывает существенное влияние прочность основания. Известно [1], что укрепление грунтов оснований выполняется вяжущими материалами, в том числе отходами производства, обладающими вяжущими свойствами. В работе [2] показано, что эффективным сырьем для укрепления оснований являются отработанные формовочные смеси литейного производства и ваграночной шлак. При оптимальном сочетании рецептурно-технологических факторов может быть достигнуто значение прочности при сжатии смеси для дорожного основания сразу после уплотнения 1,02 МПа.

При устройстве цементобетонных покрытий конструкция жестких дорожных одежд включает промежуточный слой из тяжелого бетона, который лежит на песчаном основании [3; 4]. При таком варианте устройства покрытия средний бетонный слой воспринимает большую часть нагрузок.

Перспективным методом увеличения прочности бетонного основания является дисперсное армирование [5]. Армирование позволяет перераспределять возникающие от действия транспортной нагрузки напряжения на большую площадь и тем самым способствовать стабильной работе дорожной одежды даже в неблагоприятных природно-климатических условиях.

Объектом исследования в данной работе являются цементные плиты, армированные фиброй. В качестве фибры применялись отходы в виде обрезков щелочестойкой стеклосетки ССШ-160(100)-1800/1800 ОАО «Полоцкстекловокно» (рисунок 1). Основные характеристики отходов сетки: размер сечения – 20×25 мм; номинальная масса – 160 г/м²; разрывная нагрузка – 1800 Н; химическая устойчивость – очень высокая. Предмет исследования – прочность цементных плит на продавливание на жестком основании.



Рисунок 1. – Внешний вид отходов щелочестойкой стеклосетки ОАО «Полоцкстекловокно»

Для проведения экспериментальных исследований были изготовлены образцы плит, толщиной 30 мм, размером в плане 140×120 мм, с различным процентом фибрового армирования: без фибры, 10, 20%

и 30% от массы цемента. Для изготовления образцов использовался портландцемент ОАО «Белорусский цементный завод» СЕМІ 42,5Н; водоцементное отношение принято В/Ц = 0,4. После формирования образцы подвергались тепловлажностной обработке. Образцы испытывались на продавливание на гидравлическом прессе ПГМ-1000МГ4. Плиты укладывались на жёсткое основание (плиту пресса), нагрузка передавалась через металлический круглый штамп диаметром 60 мм в геометрическом центре плит. Разрушение опытных образцов плит производилось ступенями до разрушения. Полученные в ходе испытания данные представлены в таблице 1.

Таблица 1. – Влияние фибрового армирования на прочность и перемещение при продавливании цементных плит

Номер образца	Содержание фибры, %	Нагрузка, P , кН	Перемещение, L , мм
1	0	1,01	2,764
2	10	0,11	0,012
2	10	0,21	0,164
2	10	0,33	0,302
2	10	0,44	0,395
2	10	0,54	0,469
2	10	0,95	0,748
2	10	1,22	0,829
2	10	1,45	0,973
2	10	1,74	1,117
3	20	0,1	0,014
3	20	1,06	2,007
4	30	0,56	0,499
4	30	1,27	1,207

По полученным данным построен график, который отражает зависимость усилий и перемещений в зоне пластических деформаций исследуемых образцов (рисунок 2).

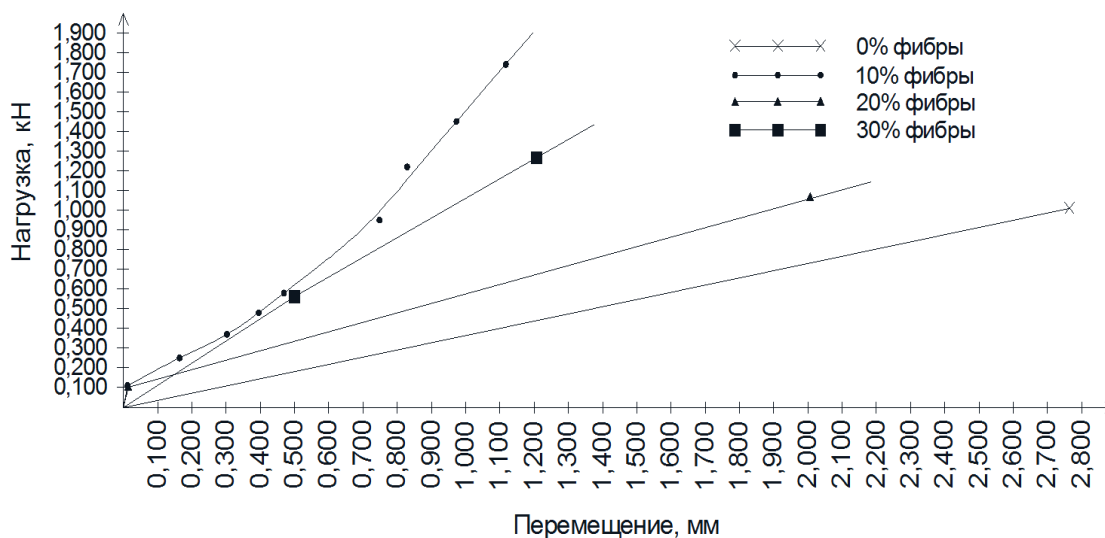


Рисунок 2. – Зависимость перемещений от нагрузки на штамп в центре плит

Разрушение образцов без фибры имеет хрупкий характер. Добавление фибры меняет характер разрушения, оно носило более пластичный характер, образцы с фиброй сохраняли свою форму. Было очевидно, что фибра активно включилась в работу и не дает образцу расколоться на части. Максимальную нагрузку без образования трещин выдержал образец с армированием фиброй в количестве 10% от массы цемента. При наибольшем усилии 1,74 кН зафиксировано наименьшая величина перемещения, которая составила 1,117 мм. Дальнейшее увеличение количества фибры до 20 и 30% от массы цемента не приводит к увеличению прочности образцов.

Далее образцы нагружались до момента трещинообразования, что было принято за начало разрушения образцов. Результаты испытаний представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Данные испытаний опытных образцов на продавливание

Номер образца	Содержание фибры, %	Нагрузка Р, кН	Перемещение L, мм
1	Без фибры	1,01	2,764
2	10	210,88	1,778
3	20	284,96	2,189
4	30	89,58	3,263

При достижении разрушающей нагрузки образовывались трещины, радиально расходящиеся от штампа, под штампом образовалась зона смятия. Даже после образования трещин образцы сохраняли свою форму и не разламывались на части. При количестве фибрового армирования 10% (образец 2) трещинообразование начинается при нагрузке 210,88 кН, перемещение в этот момент составляло 1,778 мм. В образце с 20%-ным фибровым армированием (образец 3) трещинообразование начинается при нагрузке 284,96 кН, но при этом перемещение составляет 2,189 мм.

По полученным в ходе испытаний данным можно сделать следующие *выводы*:

- за счёт введения волокон, разрушение перестаёт быть хрупким, после раскрытия трещин образец не раскалывается за счёт связывающего действия фибры;

- оптимальное содержание фибры составляет 10% от массы цемента, при данном проценте армирования обеспечивается восприятие максимальной нагрузки при минимальных значениях перемещений.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что показатели прочности на продавливание промежуточного бетонного слоя в составе жестких дорожных одежд при устройстве цементобетонных покрытий могут быть значительно увеличены при фибровом армировании отходами щелочестойкой стеклосетки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпов, Б.Н. Сборные многокомпонентные дорожные покрытия [Электронный ресурс] / Б.Н. Карпов. – Режим доступа: <http://tekhnosfera.com/sbornye-mnogokomponentnye-dorozhnye-pokrytiya>. – Дата доступа: 20.11.2017.
2. Хватынец, В.А. Техногенные отходы литейного производства – эффективное сырьё для приготовления смесей, используемых в укрепленных основаниях автомобильных дорог / В.А. Хватынец, Н.А. Аверченко, Д.Н. Шабанов. – Автомобильные дороги и мосты. – 2015. – № 2. – С. 47–51.
3. Высоцкий, Ю.Д. Опыт эксплуатации сборных силикатобетонных дорожных покрытий / Ю.Д. Высоцкий // Автомобильные дороги. – 1972. – № 12. – С. 20–21.
4. Василенко, Л.Т. К расчёту напряжённого состояния плиты на неоднородном упругом основании / Л.Т. Василенко, Н.Д. Панкратова // Прикладная механика. – Киев, 1991. – № 10. – С. 31–38.
5. Соломатов, В.И. Полиструктурная теория композиционных строительных материалов / В.И. Соломатов // Новые композиционные материалы в строительстве. – 1981. – С. 5–9.
6. Влияние дисперсного армирования на деформационно-прочностные свойства бетона / С.В. Московский [и др.] // Академ. вестн. УралНИИПроект РААСН. – 2016. – № 3. – С. 67–71.
7. Кипко, Э.Я. К вопросу о деформируемости фибробетона / Э.Я. Кипко, А.В. Литвинов, А.А. Шубин // Горный информационно-аналитический бюл. : науч.-техн. журн. – 2000. – С. 48–50.