

УДК 691.328.43

**СОЗДАНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ОСНОВАНИЙ
ЗА СЧЁТ ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ ЦЕМЕНТНОЙ МАТРИЦЫ****канд. техн. наук Д.Н. ШАБАНОВ; В.А. ХВАТЫНЕЦ; Е.А. ТРАМБИЦКИЙ
(Полоцкий государственный университет)**

Представлена разработка экономичных цементобетонных покрытий, обладающих высокими эксплуатационными качествами и показателями современного технического уровня, являющаяся актуальной задачей для дорожного строительства Республики Беларусь. Приведен обзор отечественных и зарубежных источников по рассматриваемой тематике. Проанализированы факторы, способные влиять на прочностные и эксплуатационные характеристики полученных оснований под здания и автомобильные дороги. Проведен двухфакторный эксперимент, входными параметрами которого были длина фибры и процентное содержание относительно массы цемента. Описан план, оборудование и методы проведения опыта. Результатом исследования стала нагрузка на продавливание. Выполнен анализ полученных данных, при помощи программного комплекса получена модель, построена и оптимизирована поверхность отклика. Итог проведенных исследований – определение оптимального состава для создания высокопрочных оснований.

Ключевые слова: дисперсное армирование, отходы производства щелочестойкой стеклосетки, плиты, процентное содержание, нагрузка на продавливание, перемещение.

Изучение работы используемого в дорожном строительстве бетона на продавливание имеет важное значение, так как дорожные плиты при действии сосредоточенных сил могут разрушаться от продавливания. В связи с использованием в конструкциях жестких покрытий автомобильных дорог и тротуаров бетонов с дисперсным армированием отходами щелочестойкой стеклосетки возникла необходимость проведения испытания на продавливание.

Для проведения экспериментальных исследований были изготовлены образцы плит толщиной 20 мм, размером в плане 160×120 мм, показанные на рисунке 1. Для изготовления образцов использовался песок, портландцемент ОАО «Белорусский цементный завод» СЕМІ 42,5Н; водоцементное отношение принято В/Ц = 0,4, отношение массы цемента и песка – 1:3. После формования образцы-модели подвергались тепловлажностной обработке, затем были извлечены из опалубки и помещены в нормально-влажностные условия на 24 часа.



Рисунок 1. – Цементно-песчаные плиты, дисперсно-армированные отходами производства стеклосетки

В ходе исследования поставлен двухфакторный эксперимент, входными параметрами которого были процент содержания фибры относительно массы цемента (5; 10; 15) и длина фибры (10; 20 и 30 мм) (таблица 1).

Таблица 1. – Уровни варьирования факторов

Уровень варьирования	Входные параметры	
	длина фибры (X1), мм	% фибры (X2)
-1	10	5
0	20	10
+1	30	15

Образцы испытывались на продавливание на гидравлическом прессе ПГМ-500МГ4 (рисунок 2). При испытании нагружались плиты, опёртые по контуру на 25 мм на жёсткое металлическое основание.



Поверх образцов устанавливался круглый штамп с диаметром 75 мм, который передавал нагрузку от пресса на образец.

В ходе проведения испытания наблюдались две стадии работы образцов:

- *первая стадия* – нагрузка возрастает до критического уровня, фиксируется пирамида продавливания, регистрируется разрушающая нагрузка. Критическая разрушающая нагрузка достигалась при перемещениях вдоль действия сил при продавливании штампом;

- *вторая стадия* – доведение образца плиты до физического разрушения (закритическая область).

Дальнейшее приложение нагрузки на пирамиду приводит к возникновению в ней моментов, происходит дальнейшее выдавливание пирамиды и её разрушение. Нагрузка и перемещение, при которых произошло полное физическое разрушение, отражены в таблице 2.

Характер разрушения проиллюстрирован рисунком 3.

Рисунок 2. – Испытание цементно-песчаных плит на продавливание

Таблица 2. – План и результаты эксперимента

Номер образцов	План эксперимента		Продавливание (критическая стадия разрушения)		Физическая стадия разрушения (закритическая область)	
	X1	X2	экспериментальная нагрузка продавливания, F, кН	перемещение, мм	разрушающая закритическая нагрузка (F), кН	Перемещение, мм
1	-1	-1	1,02	1,68	0,63	9,01
2	-1	0	2,46	0,99	1,51	3,03
3	-1	+1	5,01	3,87	1,49	11
4	0	-1	2,56	2,34	3,17	6,74
5	0	0	3,11	5,48	2,03	6,69
6	0	+1	4,22	3,32	3,48	8,09
7	+1	-1	2,47	7,1	2,49	8,82
8	+1	0	3,23	3,68	2,4	5,4
9	+1	+1	3,6	6,86	2,25	11,83

По результатам эксперимента реализовано решение поставленной проблемы:

- получена полиномиальная модель смесей;
- выполнена оптимизация рецептурно-технологических факторов с помощью диссоциативно-шагового метода, позволившего определить значение параметров, обеспечивающих максимальную прочность плит для основания.

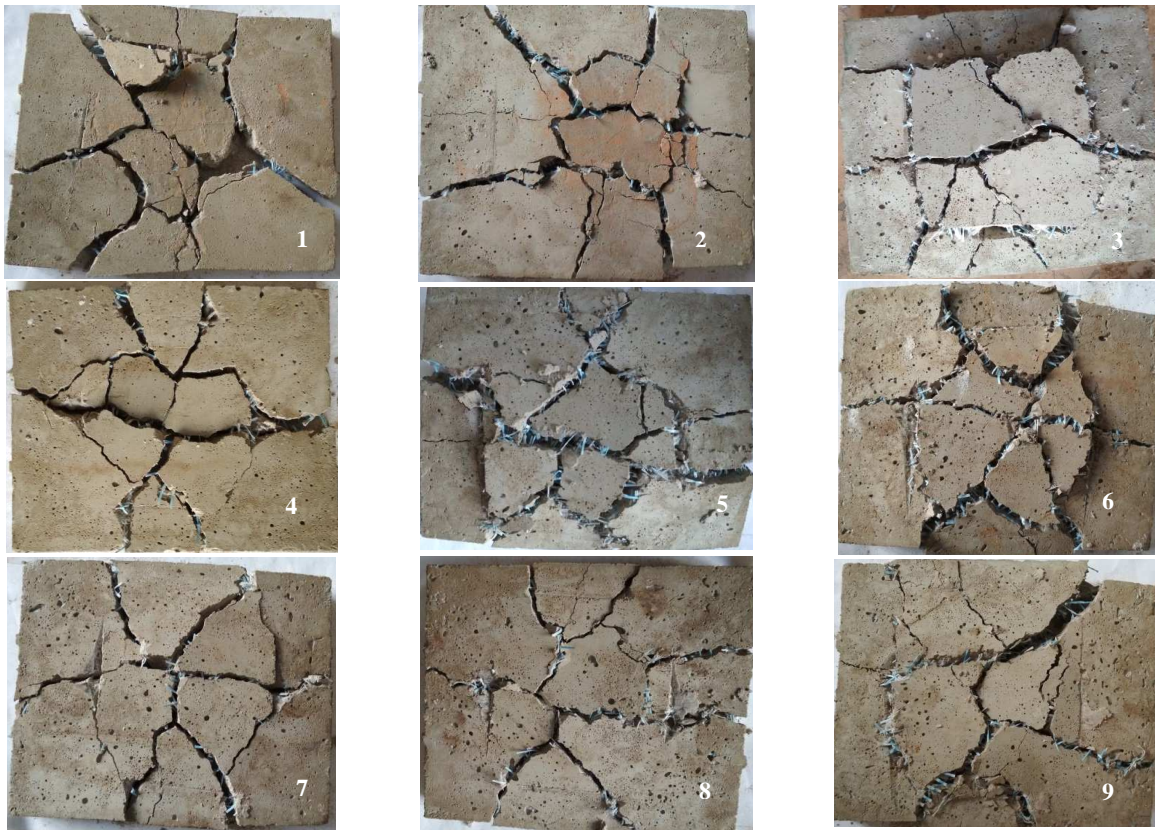


Рисунок 3. – Характер разрушения цементно-песчаных плит, дисперсно-армированных отходами производства стеклотетки

Данные, полученные в ходе проведенного исследования, обработаны в программе PlanExpB13-D и STATISTICA 10. В результате была получена полиномиальная модель:

$$Y = 2,824 + 0,306 \cdot x_1 + 1,02 \cdot x_2 + (-0,353) \cdot x_1^2 + 0,503 \cdot x_2^2 + (-0,71) \cdot x_1 \cdot x_2. \quad (1)$$

Для полученной модели в программе STATISTICA 10 построена и оптимизирована поверхность отклика (рисунок 4).

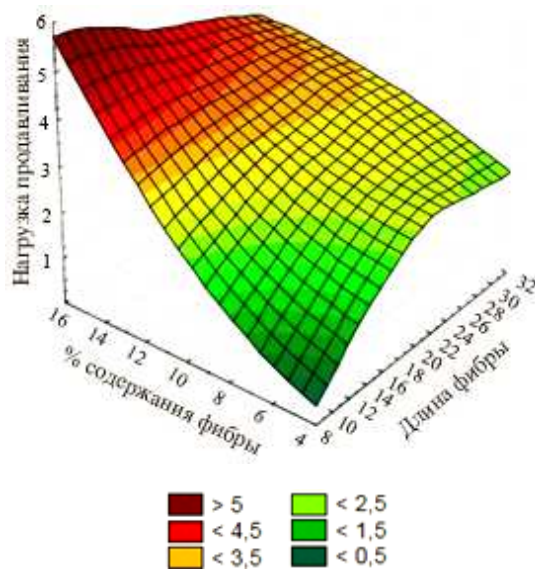


Рисунок 4. – Поверхность отклика

Анализ полученных данных и оценка поверхности отклика показали, что увеличение процентного содержания фибры влечет за собой увеличение нагрузки продавливания.

Кроме того, стоит отметить, что длина фибры в меньшей степени влияет на выходные параметры.

Максимальная нагрузка на продавливание, численно равная 5,01 кН, получена при 15%-ном содержании отходов производства щелочестойкой стеклосетки длиной 10 мм.

Заключение

Теоретически обосновано и экспериментально подтверждено положительное влияние использования отходов производства щелочестойкой стеклосетки для дисперсного армирования бетонных плит.

Установлено влияние дисперсного армирования отходами производства стеклосетки на нагрузку на продавливание и перемещение при продавливании цементно-песчаных плит.

Определено оптимальное количество и длина отходов производства щелочестойкой стеклосетки, применяемых для дисперсного армирования.

Наилучшие показатели зафиксированы при армировании фиброй длиной 10 мм при 15%-ном содержании от массы вяжущего. При данных показателях армирования нагрузка на продавливание достигает наибольшего значения, численно равного 5,01 кН, при перемещении, составляющем 3,87 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Высоцкий, Ю.Д. Опыт эксплуатации сборных силикатобетонных дорожных покрытий / Ю.Д. Высоцкий // Автомобильные дороги. – 1972. – № 12. – С. 20–21.
2. 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.
3. Качан, М.С. Физико-механические свойства бетонов с полиакрилонитрильными волокнами / М.С. Качан, Л.М. Парфёнова // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. Ф, Строительство. Прикладные науки. – 2011. – С. 30–34.
4. Ключев, С.В. Ползучесть и деформативность дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов / С.В. Ключев // Вестн. БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2010. – № 4. – С. 85–87.
5. Бондарев, Б.А. Определение модуля упругости и предела прочности сталефибробетона при растяжении методом расклинивания / Б.А. Бондарев, Р.Н. Черноусов // Науч. вестн. ВГАСУ. Строительство и архитектура. – 2008. – № 3 (11). – С. 67–71.
6. Продавливание плит на основе шлакобетона / Р.Н. Черноусов [и др.] // Бетон и железобетон. – 2010. – № 2 (563). – С. 9–12.

Поступила 11.06.2018

CREATION OF HIGH-STRENGTH BASES FOR THE ACCOUNT OF DISPERSE REINFORCEMENT OF A CEMENT MATRIX

D. SHABANOV, V. KHVATYNEC, E. TRAMBITSKY

Development of economical cement-concrete coatings, which possess high performance characteristics and indicators of modern technical level, is an urgent task for the road building of the Republic of Belarus. A review of this subject has been made on domestic and foreign sources. Factors that can influence the strength and performance characteristics of the foundations for buildings and roads are considered. In work a two-factor experiment is put, the input parameters of which were the length of the fiber and the percentage content relative to the mass of the cement. The plan, equipment and methods of conducting the experiment are described. The result of the study was the pressure on the pushing. The analysis of the received data is made, and with the help of the program complex the model is obtained, the response surface is constructed and optimized. The result of the work done was the determination of the optimal composition for the creation of high-strength bases.

Keywords: *disperse reinforcement, waste production of alkaline glass lines, plates, percentage content, load for selling, movement.*