

Сулейманова Л. А., канд. техн. наук, проф.,
Погорелова И. А., канд. техн. наук,
Малюкова М. В., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВЫСОКОПЛОТНЫЕ СОСТАВЫ ВИБРОПРЕССОВАННЫХ БЕТОНОВ

ludmilasuleimanova@yandex.ru

Разработаны мероприятия по проектированию составов вибропрессованных бетонов, заключающиеся в создании высокоплотных зерновых упаковок и модифицировании составов добавкой, улучшающей уплотнение смеси. Выпущены промышленные партии тротуарных плит с высокими качественными характеристиками, что позволило снизить материальные и энергетические затраты производства.

Ключевые слова: вибропрессованные бетоны, высокоплотная упаковка, гранулометрический состав, тротуарная плитка

В последние годы, как в зарубежной, так и отечественной практике, широкое распространение получило производство вибропрессованных изделий (тротуарных плит, фигурных элементов мощения, бортовых камней, изделий для облицовки цоколей и фасадов, стеновых камней и др.) с требуемыми физико-механическими показателями, точными геометрическими параметрами и высокой архитектурной выразительностью.

Для качественного изготовления таких изделий следует обеспечивать основные показатели назначения бетона (прочность на сжатие и изгиб, морозостойкость, истираемость, водопоглощение), достаточную распалубочную прочность свежееотформованного изделия.

Исследователями [1, 2] отмечается необходимость тщательного подбора состава бетонной смеси и выбора оптимальных параметров вибропрессования.

Значительную роль при оптимизации состава и выборе параметров формования наряду с качеством вяжущего, водосодержанием формовочной смеси, длительностью и частотой вибрации, усилием давления пуансонов играет зерновой состав заполнителей.

Плотность упаковки зерен заполнителей - один из основных путей повышения плотности и прочности бетона (рис. 1), поэтому работа по оптимизации соотношения различных заполнителей при производстве мелкоштучных изделий методом вибропрессования является актуальной.

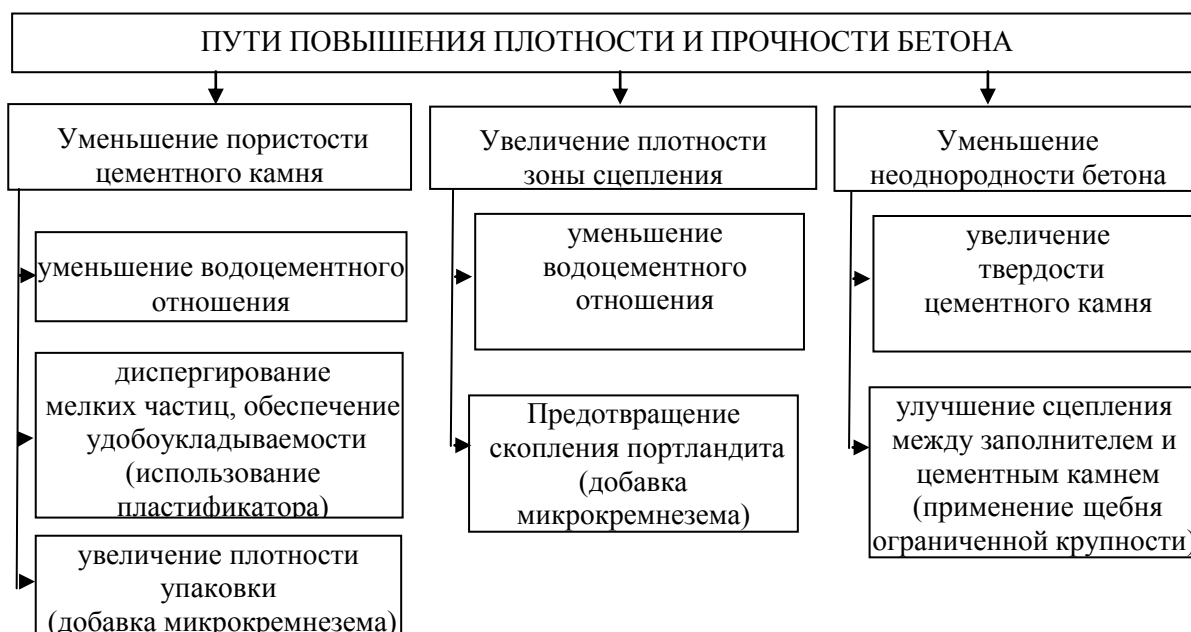


Рисунок 1. Пути повышения плотности и прочности бетона

Экспериментальные исследования по оптимизации соотношений различных заполнителей с целью увеличения плотности упаковки проводились на современном оборудовании немецкой фирмы «HESS Maschinenfabrik GmbH&Co» предприятия ООО «Белгородский завод архитектурного бетона».

В работе использовались портландцемент Цем I 42,5Н (ГОСТ 31108-2003) производства ЗАО «Белгородский цемент»; щебень фракции 5-10 мм Новопавловского гранитного карьера с насыпной плотностью 1310 кг/м³, содержа-

нием глинистых, пылевидных частиц 0,9 %, лещадностью 24,7 %; щебень фракции 2-5 мм Кировоградского гранитного карьера с насыпной плотностью 1370 кг/м³, содержанием глинистых, пылевидных частиц 0,3 %, лещадностью 5 %; пески Смоленского, Воронежского, Курского и Шебекинского месторождений (табл.1).

Для повышения степени уплотнения вибропрессованных изделий применялась добавка SikaPaver HC-1 (ООО «Зика») в количестве 0,4 % от массы вяжущего.

Таблица 1

Зерновые составы исследуемых песков

Вид заполнителя	Модуль крупности	Насыпная плотность, кг/м ³	Полные остатки, %, на ситах, мм				
			2,5	1,25	0,63	0,315	0,16
Смоленский песок (П1)	2,5	1490	5	21	47	80	95
Воронежский песок (П2)	2,2	1488	6,7	21,5	40,9	64,2	86,6
Курский песок (П3)	1,4	1393	0,4	1,9	9,2	43,2	89,4
Шебекинский песок (П4)	1,6	1341	0,2	0,5	8,2	53,4	95,4

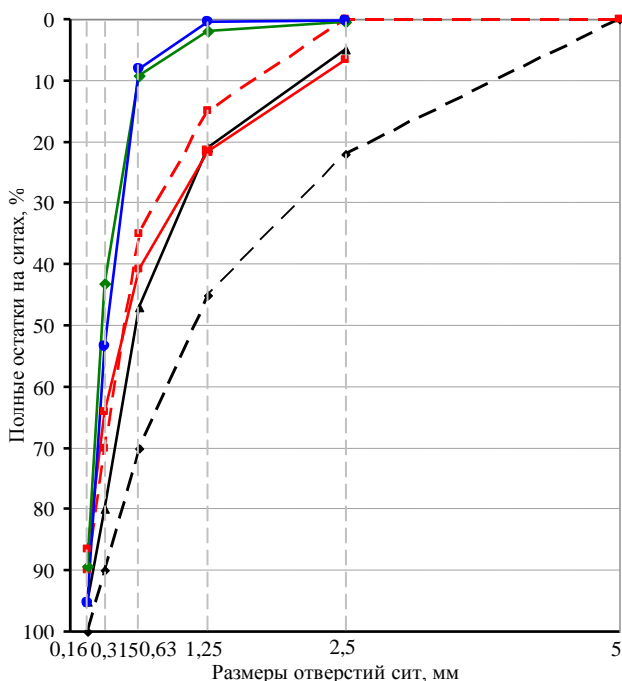


Рисунок 2. Кривые просеивания песков

- — — — — нижний предел;
- — — — — верхний предел;
- ▲— смоленский песок;
- воронежский песок;
- ◆— курский песок;
- шебекинский песок

Испытания песков проводились по ГОСТ 8735-88 «Пески для строительных работ. Методы испытаний» на соответствие требованиям ГОСТ 8736-93 «Пески для строительных работ. Технические условия» (табл. 1.). Кривые просеивания песков представлены на рис. 2.

Испытания щебня проводились по ГОСТ 8269.0-97 «Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний» на соответствие требованиям ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ» (табл. 2, 3).

Таблица 2

Гранулометрический состав новопавловского щебня (Щ1)

Размеры сит, мм	Полные остатки, %
20	1,2
10	13,6
5	86,0
2,5	92,8

Таблица 3

**Гранулометрический состав
кировоградского щебня (Щ2)**

Размеры сит, мм	Полные остатки, %
10	0,4
5	12,9
2,5	96,1
1,25	98,0

С использованием вышеперечисленных заполнителей были приготовлены формовочные смеси с постоянным расходом вяжущего (18 %),

водоцементным отношением В/Ц = 0,33 и с применением добавки SikaPaver HC-1. Испытания проводились на плитке тротуарной, изготовленной непосредственно на технологической линии. Образцы для испытаний были отобраны через сутки твердения в камере тепловой обработки при температуре 40°C.

Основные результаты влияния различных видов песчаных и щебеночных заполнителей, их комбинаций и соотношений на прочность, истираемость и водопоглощение вибропрессованных бетонов представлены в табл.4.

Таблица 4

Результаты испытаний

Соотношение используемых заполнителей, (%)	Прочность на сжатие, МПа		Истираемость, г/см ²	Водопоглощение, % по массе
	R ₇	R ₂₈		
ПЗ:Щ1 = 62:20	29,8	39,8	0,6	4
ПЗ:П1:Щ1 = 55:13:14	32,2	44,2	0,62	3,2
П4:Щ1 = 60:22	30,1	38,1	0,65	4,1
ПЗ:Щ2 = 47:35	30,3	40,1	0,58	3,8
ПЗ:П2:Щ2 = 42:13:27	41,3	52,7	0,48	3,0

Анализ результатов экспериментов позволил определить состав основного слоя мелкозернистого бетона для вибропрессованных тротуарных плит В30 с оптимальным соотношением заполнителей (%) песок курский : песок воронежский : щебень кировоградский = 42:13:27 с высокими эксплуатационными свойствами: прочностью на сжатие 54,7 МПа, истираемостью 0,48 г/см², водопоглощением 3 %, полностью удовлетворяющий требованиям ГОСТ 17608 – 91 «Плиты бетонные тротуарные. Технические условия».

Также установлены параметры вибропрессования:

- давление пуансона 8,1 МПа;
- частота вибрации 2700 об./мин;
- предварительное вибрирование 0,3 с;
- основное вибрирование 2,9 с;
- промежуточное вибрирование 0,3 с;
- вибрирование облицовочного бетона 0,2 с;
- максимальная продолжительность погружения пуансона 1,9 с.

Оптимальный гранулометрический состав соответствует минимальной пустотности насыпной смеси заполнителей и в условиях вибропрессования обеспечивает минимальную объемную концентрацию цементно-водной составляющей бетонной смеси и минимальный расход цемента при наилучших показателях формуемости и прочности готовых изделий.

Промышленные исследования показали, что при сочетании оптимального соотношения заполнителей и параметров вибропрессования формируется бетон с практически контактной структурой заполнителей и полным заполнением межзернового пространства.

Кроме того, высокоплотные зерновые составы и установленные параметры формования создали условия для значительного повышения качественных показателей вибропрессованных изделий (в частности повышения прочности на сжатие на 32 %), и дальнейшего снижения материальных и энергетических затрат производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дворкин, Л.И. Бетоны на основе сверхжестких смесей [Текст] / Л.И. Дворкин, В.В. Житковский, В.О. Каганов. – Ровно: РДЦНТЭИ, 2006. – 179 с.
2. Ткаченко, Г.А. О влиянии низкомолекулярных минеральных добавок на свойства прессованных цементно-минеральных композиций для дорожного строительства [Текст] / Г.А. Ткаченко, С.Н. Дахно // Известия РГСУ. – 1998. – № 2. – С. 90–94.