

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕКОРАТИВНОГО БЕТОНА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПЛАВУЧИХ СООРУЖЕНИЙ

Мишутин А.В., Петричко С.Н. *(Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)*

Досліджені фізико-механічні характеристики декоративного бетону, дані пропозиції щодо вдосконалення рекомендацій з технології приготування та застосування важкого суднобудівного бетону при будівництві морських плавучих залізобетонних й композитних споруд.

В настоящее время к зданиям и сооружениям предъявляются требования по надежности, экономичности и комфортабельности и, кроме того, они должны отвечать определенным архитектурным требованиям. Все эти параметры определяются отделкой наружных конструкций. Выразительность внешнего вида здания в настоящее время можно добиться многими способами. Это и различные фасадные системы, использование лицевого кирпича, стеклопакетов, а также фасадных красок и эмалей, облицовка фасадов керамической плиткой и т.д.

Декоративный бетон становится все более популярным во всем мире. Он позволяет создавать разнообразные, практичные и долговечные покрытия, которые используются для покрытия дорог, стоянок, парков, бассейнов, полов в различных помещениях, а также для отделки фасадов зданий [1].

Декоративные бетоны изготавливают с применением цветных цементов и введением свето- и щелочестойких пигментов в бетонную смесь [2].

Пигменты для окрашивания бетона (порошковые, жидкие или гранулированные), независимо от технологии процесса, должны удовлетворять определенным требованиям по щелочестойкости, светостойкости и смачиваемости, которые влияют на совместимость пигментов с другими компонентами бетонной смеси.

Технология декоративного печатного бетона по имитации традиционных покрытий из натурального камня одна из самых передовых в строительной промышленности таких стран, как США, Англия, Германия, Япония [1].

Декоративный печатный (штампованный) бетон обладает следующими характеристиками [1] (табл. 1, пп. 3-5):

- выдерживает нагрузки в 2-3 раза больше, чем тротуарная или дорожная плитка;
- значительно выше, чем у плитки, уровень дизайнерского проектирования объекта;
- устойчивость к воздействию агрессивных кислотно-щелочных сред, нефтепродуктов, масел, жиров;
- выдерживают температурные колебания от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$;
- морозостойкость более 300 циклов;
- высокая прочность на сжатие и изгиб;
- высокая сопротивляемость к истиранию;
- устойчивость к воздействию ультрафиолетовых лучей [1].

Сравнительные характеристики

Параметры	Ед. изм.	Тротуарная плитка	Обычный бетон	Декоративный прессованный	Бетон, полученный в лаборатории ОГАСА
1	2	3	4	5	6
Класс бетона	МПа	30	40	40	40
Прочность на сжатие	МПа	40	40	45	50
Морозостойкость	Цикл	200	200	300	400
Водопоглощение	%	Не более 6	Не более 6	Не более 0,5	2...3
Истираемость	г/см ²	0,8	0,7	0,4	
Прочность на растяжение при изгибе	МПа	5	5,5	7	8
Водонепроницаемость					W12

Для строительства сооружений, которые эксплуатируются на море (плавучие доки, причалы, дебаркадеры, суда и т.д.), не использовали ранее декоративный бетон (рис. 1, 2).

Корпуса железобетонных судов и плавучих сооружений по сравнению с корпусами из металла имеют следующие преимущества:



Рис. 1. Плавучий док



Рис. 2. Яс Отель в Абу-Дабби (ОАЭ)

- на постройку железобетонного судна расходуется металла в 2,5-3 раза меньше, чем на соответствующие металлические суда;
- стоимость железобетонных судов и плавучих сооружений на 30-50% ниже стоимости аналогичных стальных судов;
- железобетонные суда и сооружения имеют бóльшую долговечность, хорошие эксплуатационные качества, достаточно общую и местную прочность, водонепроницаемость, не подвергаются коррозии, не нуждаются в окраске и капитальном ремонте, в то время как металлические корпуса требуют капитального ремонта через каждые 10-12 лет [3].

Судостроительные бетоны класса В40...50 естественного твердения и пропаренные по оптимальным режимам обладают высокими прочностными характеристиками, высокой морозостойкостью в морской воде (600 циклов и более) и непроницаемостью, что позволяет их применять как конструкционный материал для постройки морских железобетонных судов, эксплуатируемых в особо суровых условиях морей Севера и Востока. Судостроительные бетоны классов 40, 50 имеют высокие прочностные характеристики, высокую морозостойкость и водонепроницаемость, что позволяет их применять для речных и морских железобетонных судов с обычной и предварительно напряженной арматурой. Судостроительный керамзитобетон классов 25 и 30 и бетон класса 30 на комбинированном заполнителе (керамзитовый гравий и гранитный щебень) имеет высокие прочностные характеристики, морозостойкость в морской воде 300, 400 циклов и более, непроницаем для воды при W 12, что дает возможность рекомендовать их применение для постройки корпусов речных и морских железобетонных судов, где требуется уменьшить массу плавучего сооружения [3].

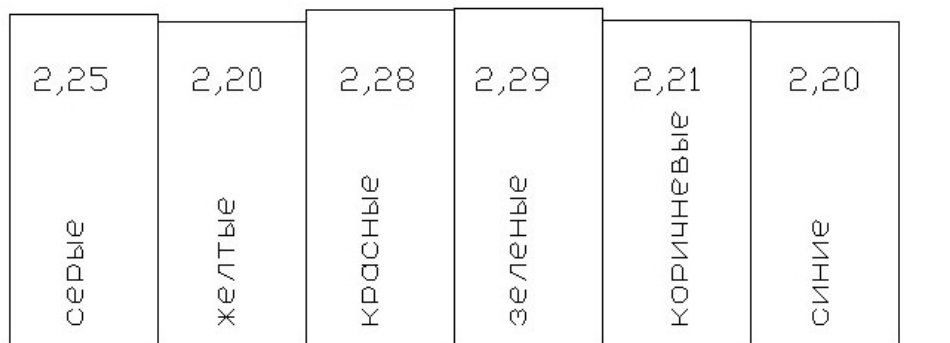
Для плавучих сооружений применяется бетон на сульфатостойком портландцементе марки 400...500 [4], разработанный в «Комплексной лаборатории по обследованию, исследованию, проектированию и паспортизации сооружений водного промышленного хозяйства» факультета ГТС следующих характеристик: см. табл. 1, п.6. Для придания выразительности плавучим сооружениям мы поставили задачу получения декоративного композита на основе судостроительного бетона.

Нами были проведены предварительные исследования. Для получения цветного бетона были использованы порошковые пигменты 5 цветов: железистоокисный зеленый 570; железистоокисный красный 130 (PR 101); железистоокисный коричневый 868; железистоокисный желтый 313; фталоцианиновый голубой BGS.

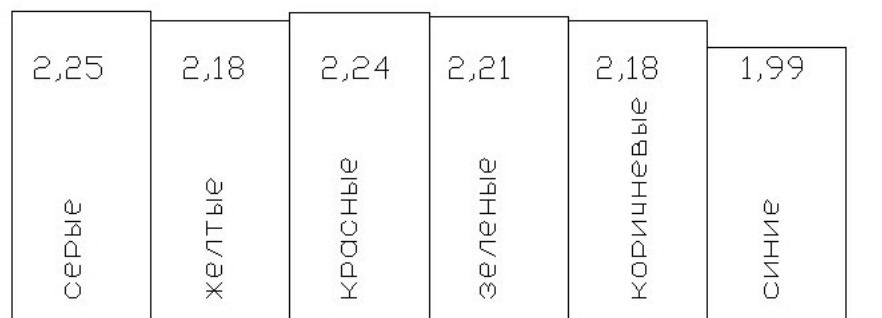
Для предварительных исследований были изготовлены призмы размерами 2×2×8 см. Количество пигмента варьировалось. В первой партии образцов количество используемого пигмента составляло 10% от массы цемента, во второй – 5%, в третьей – 1%. Изготавливалось по три образца каждого цвета. Применялся портландцемент ПЦ II/A-III-400 и песок с модулем крупности 2,1 Вознесенского карьера.

Определялись средняя плотность (рис. 3) и водопоглощение образцов (рис. 4).

а)



б)



в)

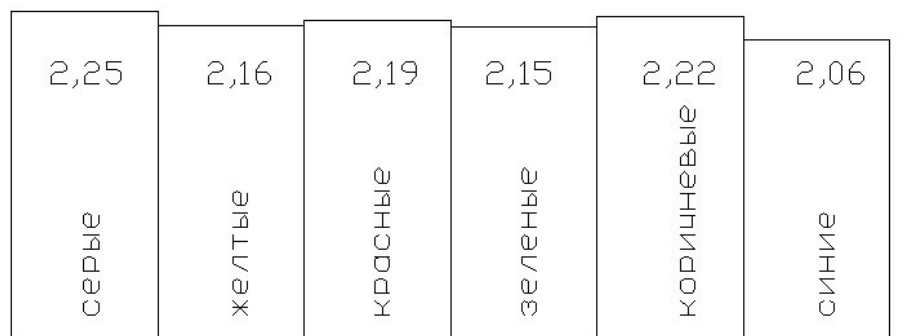


Рис. 3. Средняя плотность образцов, г/см³: а) 1% пигмента от массы цемента; б) 5% пигмента от массы цемента; в) 10% пигмента от массы цемента.

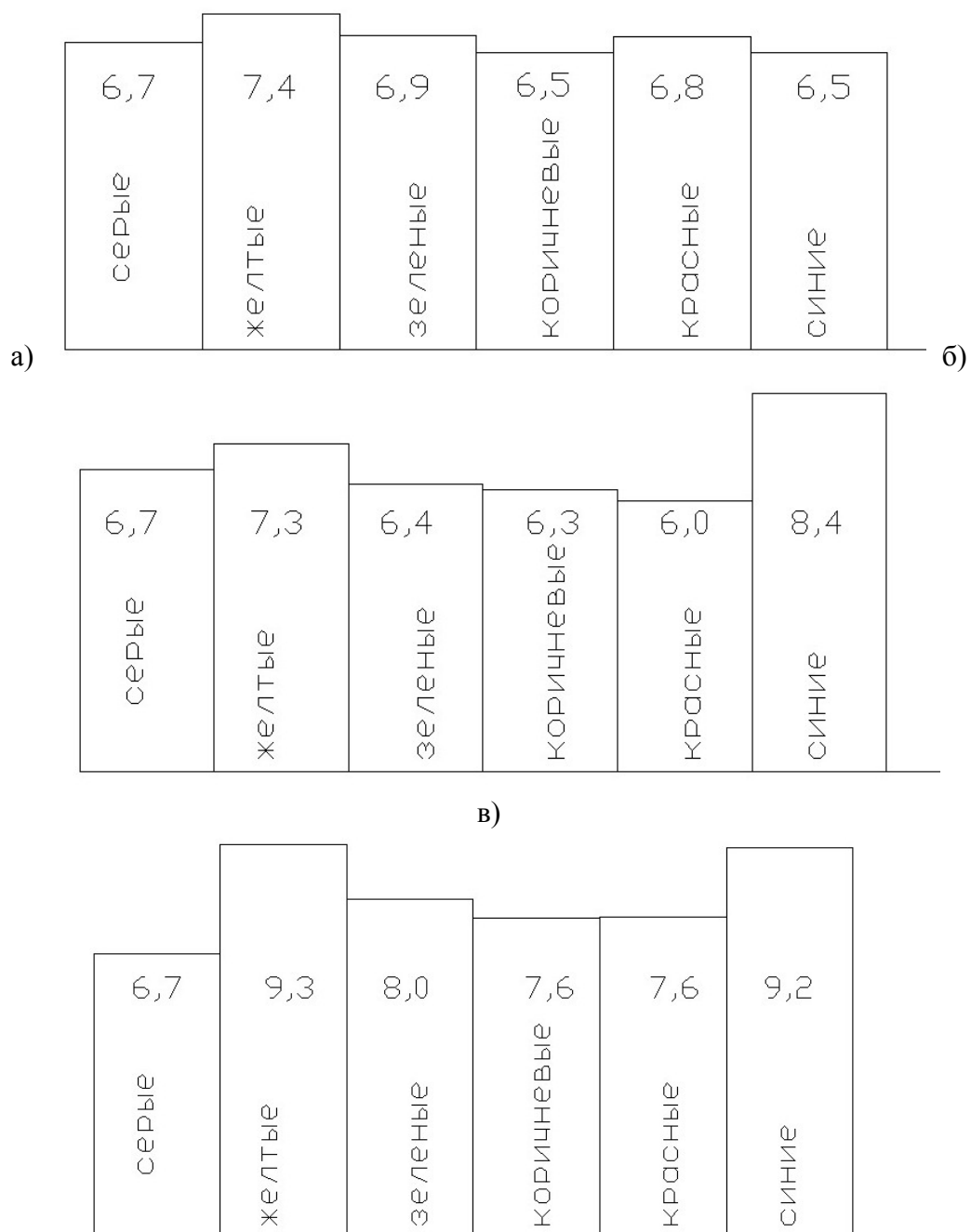
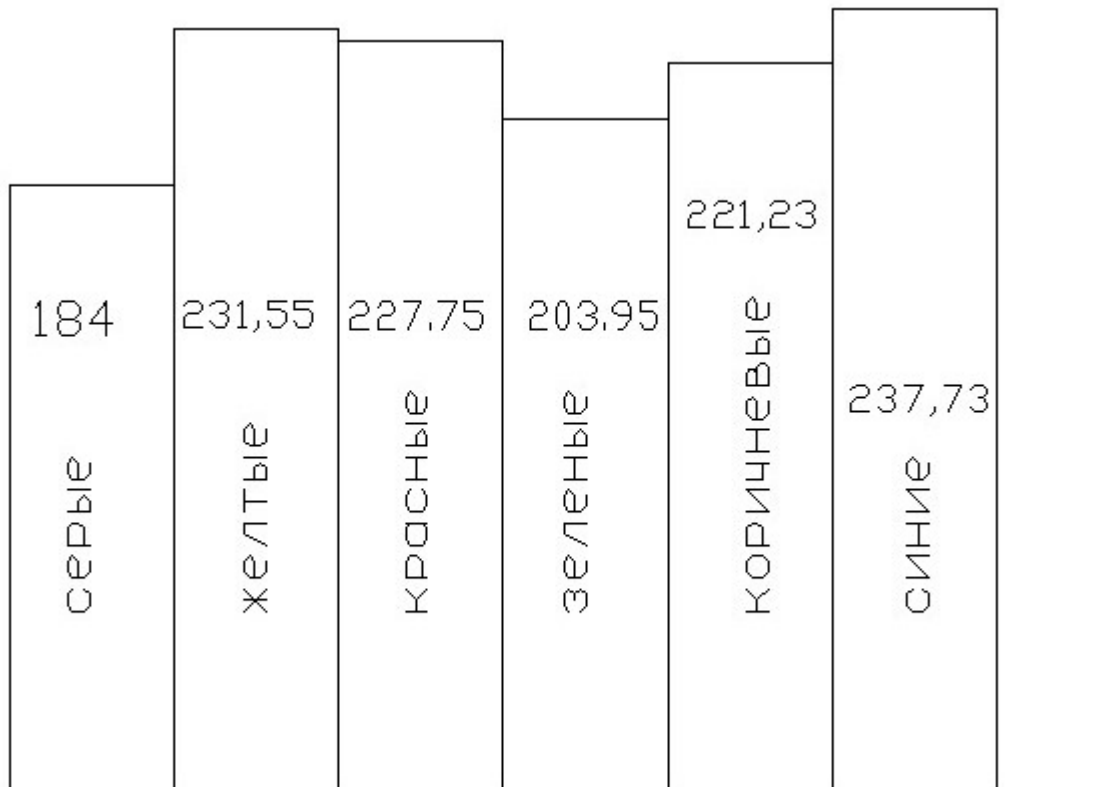
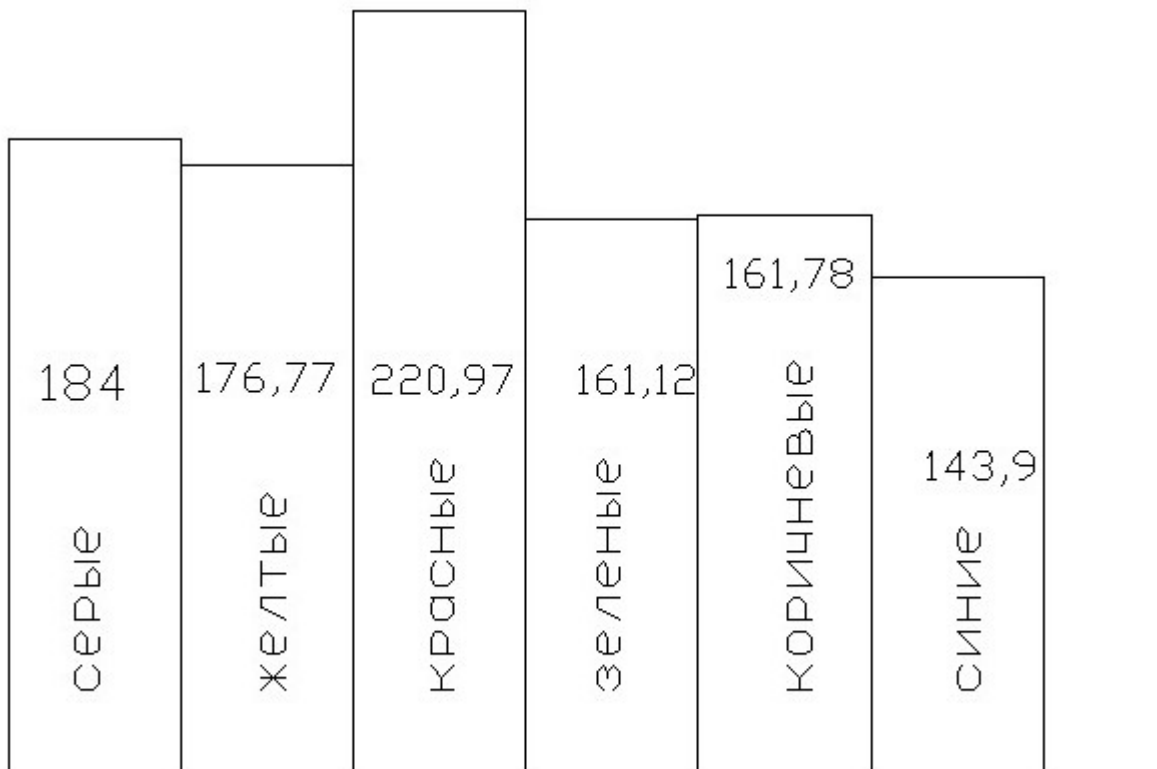


Рис. 4. Водопоглощение образцов, %: а) 1% пигмента от массы цемента; б) 5% пигмента от массы цемента; в) 10% пигмента от массы цемента
 После испытаний на водопоглощение были проведены испытания на прочность при сжатии [5] на прессе ПСУ 10 (рис. 5), а также неразрушающим ультразвуковым методом [6] на приборе УК 14П (рис. 6).

a)



б)



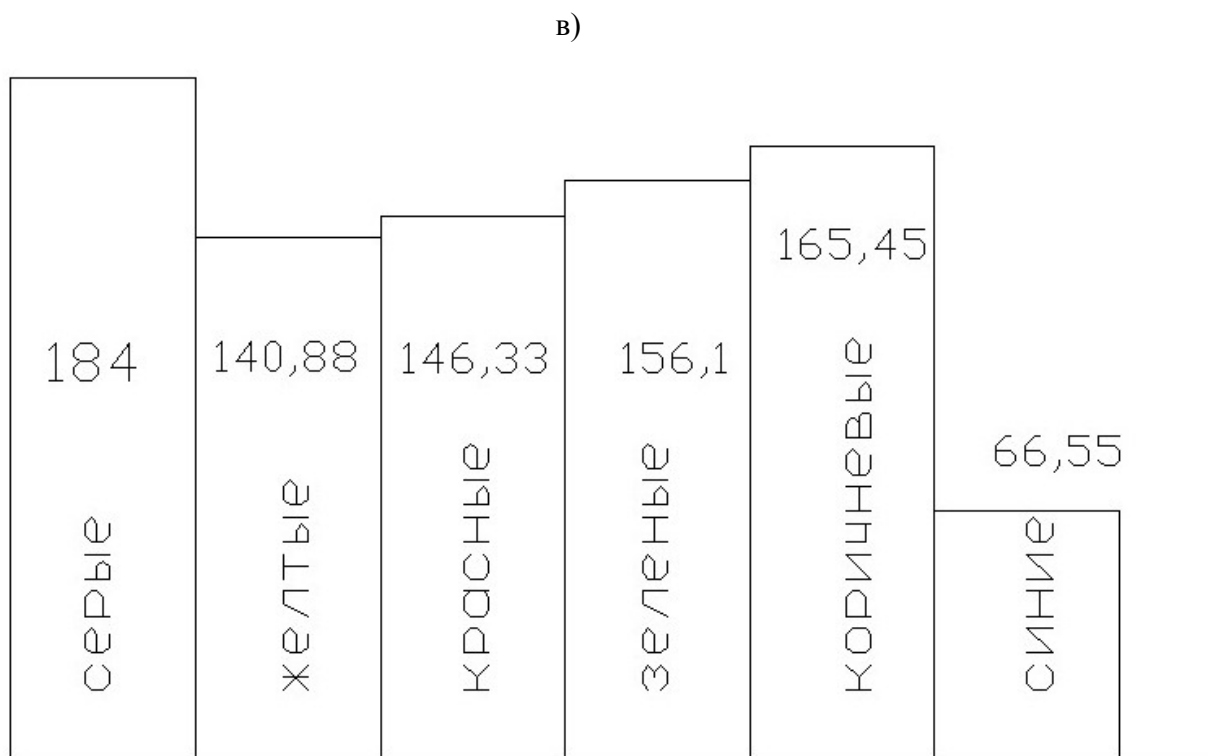
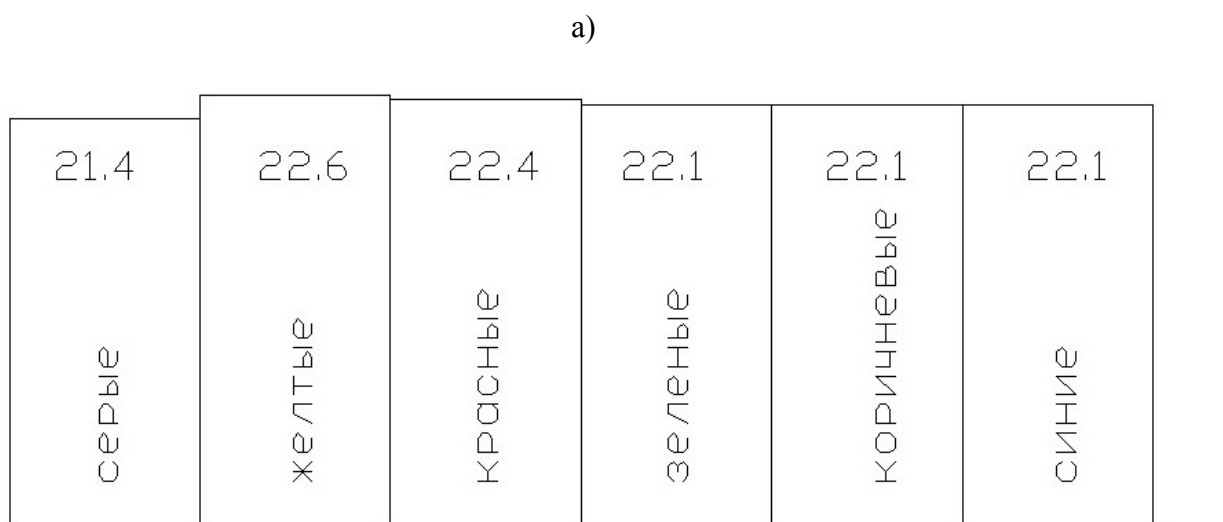


Рис. 5. Прочность при сжатии образцов, кг/см²: а) 1% пигмента от массы цемента, б) 5% пигмента от массы цемента; в) 10% пигмента от массы цемента



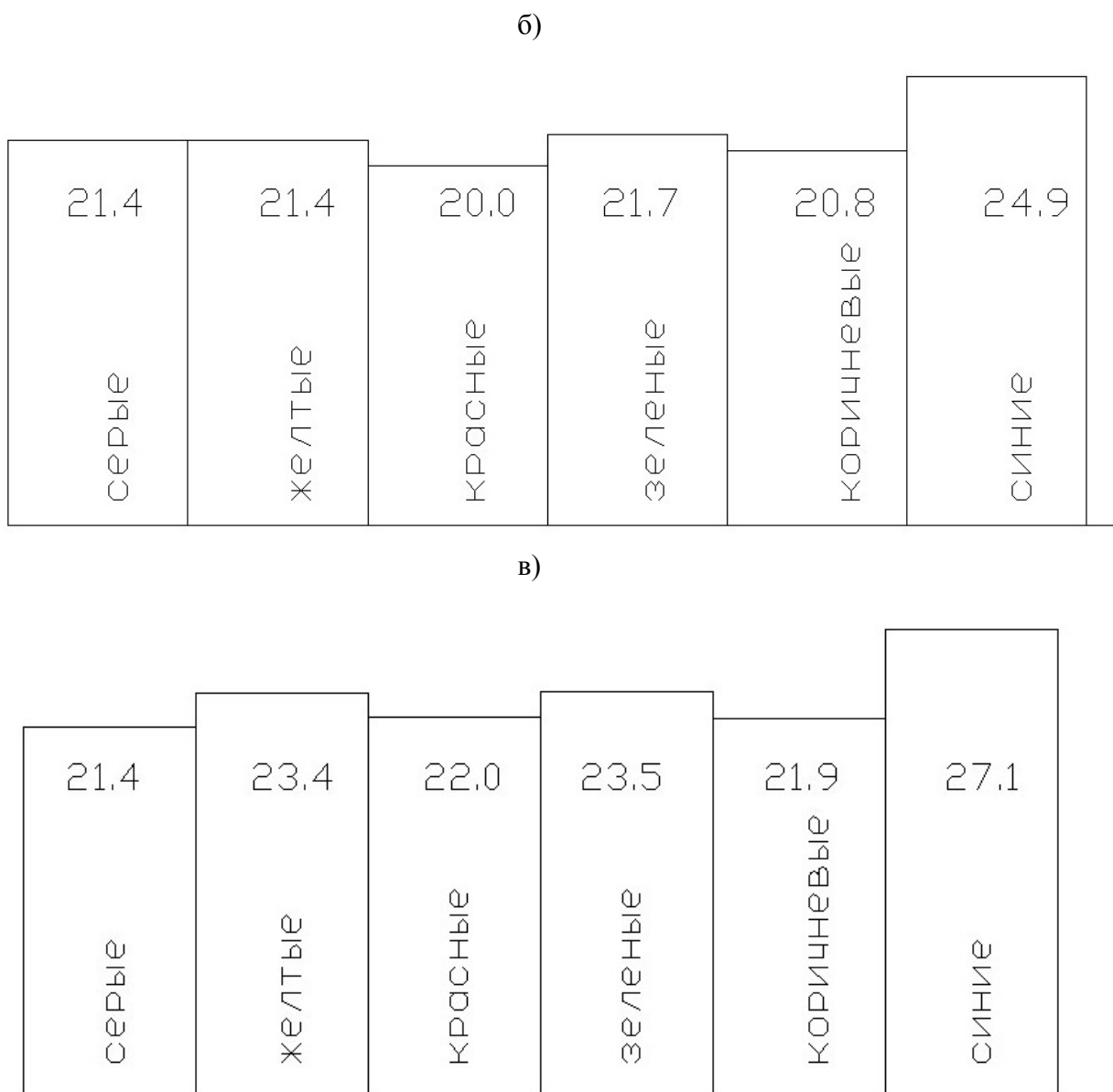


Рис. 6. Прочность образцов, полученная неразрушающим методом, $V_{\text{ультразвука}}$, м/с.: а) 1% пигмента от массы цемента, б) 5% пигмента от массы цемента, в) 10% пигмента от массы цемента

Выводы

По результатам испытаний сделаны выводы:

- образцы бетона с введением 1% от массы цемента железистоокисного зеленого, железистоокисного красного и железистоокисного коричневого пигментов показали примерно одинаковые характеристики: $R_{\text{сж}}=204\dots228$ кг/см²; средняя плотность – 2,21...2,29 г/см³; водопоглощение – 6,5...6,9 %. При введении 1% фталоцианинового голубого пигмента прочность на сжатие возрастает на 29,2 %, в то же время образцы с железистоокисным желтым пигментом дали повышение по водопоглощению от 38,54% при 10% пигмента до 9,38% при 1% пигмента;

- на основании предварительных испытаний для дальнейших исследований содержание пигмента принято в пределах до 2%.

Разработана программа планированного эксперимента по 5-факторному плану системы Сомрех (табл. 2) со следующими факторами:

Факторы планированного эксперимента

№	Натуральные значения				
	Портланд-цемент	Железо-окисный зеленый	Железо-окисный красный	Фталоцианиновый голубой	Супер-пластификатор С-3
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
	400...600 кг/м ³	0...2 % от массы цемента	0...2 % от массы цемента	0...2 % от массы цемента	0,5...1,5 % от массы цемента

Нами разработана рабочая гипотеза научно-исследовательской работы: получение декоративного бетона на сульфатостойком портландцементе с применением добавок-пигментов с характеристиками:

- прочность на сжатие $\geq 40...50$ МПа;
- прочность на растяжение при изгибе ≥ 7 МПа;
- морозостойкость ≥ 400 циклов;
- водопоглощение $\geq 2...3\%$;
- водонепроницаемость $\geq W12$.

Вывод. Применение декоративных судостроительных бетонов для строительства плавучих сооружений позволит решать их архитектурную привлекательность.

Summary

The physic-mechanic characteristics of the decorative concrete were investigated.

1. Декоративные бетоны [Электронный ресурс]. Буклет фирмы Европаркинг. Режим доступа: <http://europarking.kiev.ua/beton.html>. 2. Айрапетов Д.П. Архитектурное материаловедение: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1983. – 310 с., ил. 3. Мишутин А.В., Мишутин Н.В. Повышение долговечности бетонов тонкостенных плавучих и портовых гидротехнических сооружений. – Одесса, 2003. 4. Рекомендации по технологии приготовления и применения тяжелого судостроительного бетона при постройке морских плавучих железобетонных и композитных сооружений РНТЦ-37-501-04 на основе МЛТИ-120-2873-91, одобренной Морским Регистром. 5. ГОСТ 10180-90 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам». – М: ЦИТП, 1990. 6. ГОСТ 17624-87 «Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности». – М: ЦИТП, 1989.