

## ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕКОРАТИВНЫХ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ БЕТОНОВ

Петричко С.Н.

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса*

Для ряда плавучих сооружений, таких как доки, причалы, плавучие отели и дома, дебаркадеры и прочее применение железобетона экономически выгодно, так как позволяет сократить их стоимость и значительно увеличить сроки их эксплуатации по сравнению с металлом. Судостроительные бетоны классов В40...60 обладают высокими прочностными характеристиками, высокой морозостойкостью и водонепроницаемостью, что позволяет их применять как конструкционный материал для постройки морских железобетонных судов, эксплуатируемых в суровых условиях [1].

Для придания выразительности плавучим сооружениям, что позволит повысить их конкурентоспособность на мировом рынке, была поставлена задача получения декоративного композита на основе судостроительного бетона с применением порошковых пигментов [2].

Для получения цветного бетона были использованы порошковые пигменты трех цветов, отобранные по результатам предварительных экспериментов: железноокисный красный, синий и желтый производства Великобритании.

Эксперимент проводился по D-оптимальному плану типа «треугольники на квадрате» с пятнадцатью опытными точками [3].

В качестве смесевых факторов принят вид пигмента ( $v_1$  – красный,  $v_2$  – синий,  $v_3$  – желтый) при условии  $v_1 + v_2 + v_3 = 1$ .

Независимыми рецептурно-технологическими факторами приняты:

$X_4$  - общее количество пигмента от 5 до 25 кг/м<sup>3</sup>, что выбрано с учетом результатов предварительных экспериментов [2];

$X_5$  - количество портландцемента от 400 до 600 кг/м<sup>3</sup>, что выбрано с учетом типичных составов судостроительных бетонов.

Во все смеси вводился комплексный модификатор, состоящий из кольматирующей добавки Пенетрон Admix (2% от массы цемента) и суперпластификатора С-3 (0,8% от массы цемента), успешно использовавшийся ранее для обеспечения долговечности судостроительных бетонов [4]. Применялся щебень фракции 5-10 мм и мытый кварцевый песок с модулем крупности 2,7.

Также помимо 15-ти декоративных бетонов исследовались три контрольных состава судостроительного бетона без пигмента и с количеством портландцемента соответственно 400, 500 и 600 кг/м<sup>3</sup>.

Все смеси исследованных бетонов имели равную подвижность от 16 до 18 см осадки конуса. Равная подвижность достигалась изменением количества воды затворения. По результатам определения водопотребности была построена экспериментально-статистическая модель, отображающая влияние состава декоративных судостроительных бетонов на В/Ц смесей равной подвижности. По данной модели построена показанная рис.1 диаграмма.

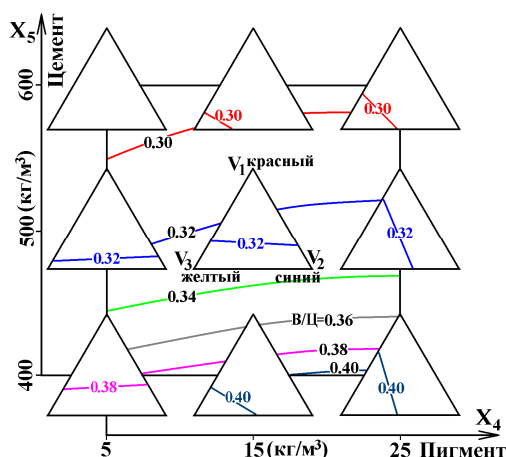


Рис. 1. Влияние состава декоративных судостроительных бетонов на В/Ц смесей равной подвижности

Как видно из диаграммы, при увеличении количества цемента В/Ц смеси, естественно снижается, а при введении пигментов увеличивается. Однако более характерно не само водоцементное отношение, а его изменение при введении порошковых пигментов. Данная величина была проанализирована за счет сравнения свойств декоративных бетонов со свойствами аналогичных контрольных составов без красителей. Диаграмма

на рис.2 отображает относительное изменение водопотребности смесей  $\delta V/Ц$  при введении пигментов. При этом  $\delta Y = Y_{\text{пигмент}}/Y_{\text{контроль}}$ , т.е. отношение показателя качества для декоративного бетона и аналогичного контрольного.

Как видно из диаграммы, введение мелкодисперсных красящих пигментов повышает водопотребность смесей равной удобоукладываемости на величину от 1 до 4% при введении 5 кг красителя на  $\text{м}^3$  бетона и на величину от 4 до 7% при введении 25 кг красителя. При этом желтый и синий пигменты имеют несколько более высокую водопотребность.

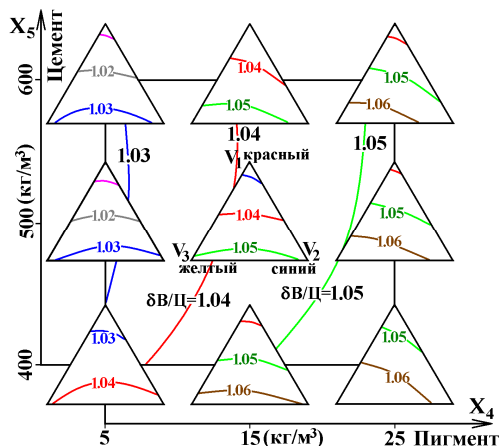


Рис. 2. Относительное изменение водопотребности смесей  $\delta V/Ц$  при введении пигментов

Влияние составов декоративных судостроительных бетонов на их прочность при сжатии отображено на рис.3. Как видно из диаграммы, прочность при сжатии исследованных бетонов колебалась в пределах от 55 до 75 МПа, при этом на величину прочности влияет преимущественно количество портландцемента. При увеличении количества порошкового пигмента прочность снижается до 10%.

Для более детального анализа влияния пигментов на прочность бетонов на рис.4 показана диаграмма, отображающая относительное изменение прочности при сжатии при введении пигментов. Как видно из диаграммы, при введении до 15 кг пигмента на  $\text{м}^3$  бетона его прочность изменяется на величину не более 5%. Повышение количества пигмента до 25  $\text{кг}/\text{м}^3$  снижает величину прочности материала на 8-9% по сравнению с аналогичными судостроительными бетонами без пигмента. При этом снижение прочности частично обусловлено повышением водопотребности смеси, соответственно бетоны с желтым и синим пигментами имеют меньшую прочность.

На рис.5 показана диаграмма, отображающая влияние составов декоративных судостроительных бетонов на их прочность на растяжение при изгибе. Как видно из диаграммы, на данный показатель качества влияет преимущественно количество цемента, а величина прочности может достигать для мелкозернистых бетонов 9 МПа. Изменение вида пигмента практически не влияет на прочность на растяжение, что видно в треугольниках, где величина  $R_{bt}$  колеблется в пределах 0,3 МПа.

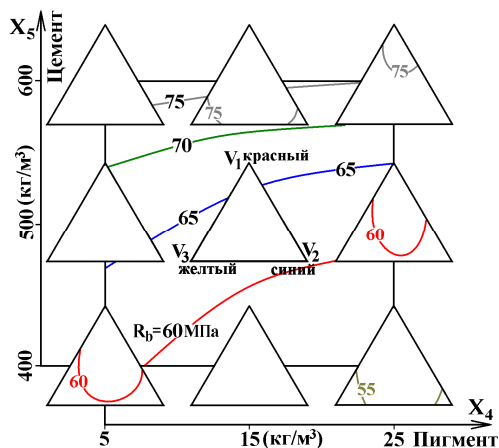


Рис. 3. Влияние составов декоративных судостроительных бетонов на их прочность при сжатии

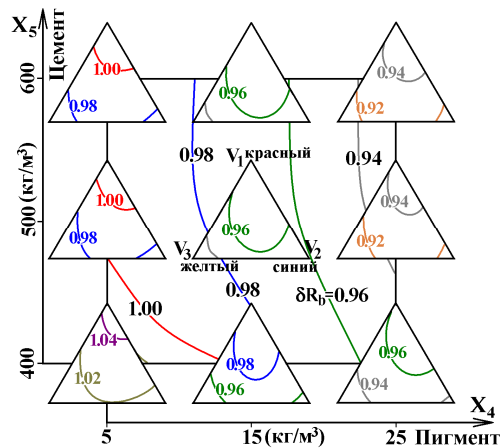


Рис. 4. Относительное изменение прочности при сжатии судостроительных бетонов при введении пигментов

Относительное изменение прочности на растяжение при изгибе судостроительных бетонов при введении пигментов показано на рис.6.

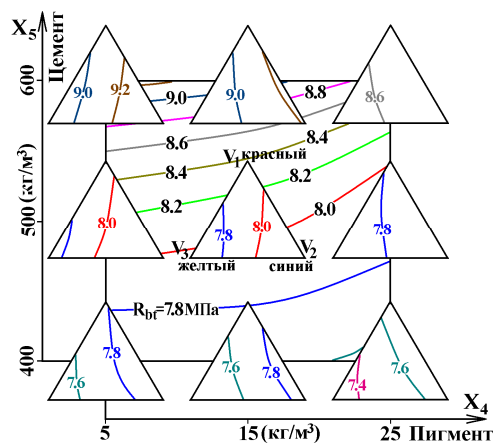


Рис. 5. Влияние состава декоративных судостроительных бетонов на их прочность на растяжение при изгибе

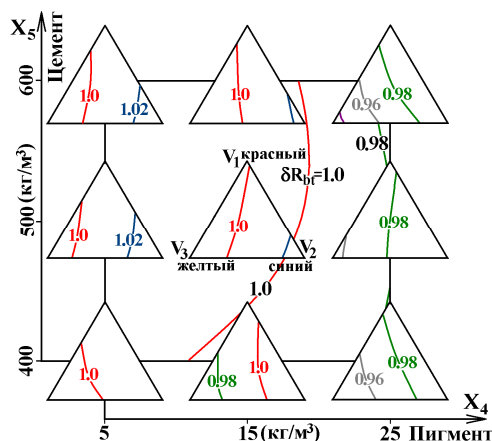


Рис. 6. Относительное изменение прочности на растяжение при изгибе судостроительных бетонов при введении пигментов

Можно сделать вывод, что пигменты практически не влияют на величину прочности бетона на растяжение при изгибе. При количестве пигмента до  $15 \text{ кг/м}^3$   $\delta R_{bf}$  находится в диапазоне от 0,98 и даже 1,03, что объясняется частичным проявлением свойств пигмента как наполнителя. Ощутимое снижение прочности на растяжение обнаруживается только для составов с максимальным количеством желтого пигмента.

Таким образом, по результатам данного этапа работы можно сделать следующие

## **Выводы**

1. Введение пигмента практически не влияет на величину прочности бетона на растяжение при изгибе, что объясняется проявлением свойств пигмента как наполнителя. Ощутимое снижение прочности на растяжение обнаруживается только для составов с максимальным количеством желтого пигмента.

2. Введение мелкодисперсных красящих пигментов повышает водопотребность смесей равной удобоукладываемости на величину от 1 до 4% при введении 5 кг красителя на м<sup>3</sup> бетона и на величину от 4 до 7% при введении 25 кг красителя. При этом желтый и синий пигменты имеют несколько более высокую водопотребность.

3. Прочность при сжатии исследованных судостроительных бетонов находилась в пределах от 55 до 75 МПа. При введении до 15 кг пигмента на м<sup>3</sup> бетона его прочность изменяется на величину не более 5%. Повышение количества пигмента до 25 кг/м<sup>3</sup> снижает величину прочности материала на 8-9% по сравнению с аналогичными бетонами без пигмента. Бетоны с желтым и синим пигментами имеют несколько меньшую прочность.

4. Применение декоративных судостроительных бетонов для строительства плавучих сооружений, в частности гостиниц, доков и причалов, а также для строительства бассейнов позволит решать архитектурную привлекательность этих зданий и сооружений при обеспечении требуемых механических свойств материала.

## **SUMMARY**

**The paper presents experimental data on the physical and mechanical characteristics of the decorative shipbuilding concrete: compressive strength, tensile strength in bending, water demand of the mixture.**

1. Мишутин А.В. Повышение долговечности бетонов морских железобетонных плавучих и стационарных сооружений / А.В. Мишутин, Н.В. Мишутин – Одесса: Эвен, 2011. – 292 с.: ил. 2. Мишутин А.В., Петричко С.Н. Исследование характеристик и структуры цветного судостроительного бетона // Вісник ОДАБА, Вип. 40 – Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2010. – с. 217-221. 3. Вознесенский В.А. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ / В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, Б.Л. Огарков. – К.: Вища школа, 1989. – 327 с. 4. Патент № 19814, Україна, Бетонна суміш з добавками [Пенетрон А + С-3] / Дорофєєв В.С., Мішутін А.В., Романов О.А. заявник і утримувач патенту ОДАБА, 2006 р.