

Шишканова Валентина Николаевна,

канд. техн. наук, доцент кафедры «ПГСсГХ»,

Путилова Маргарита Николаевна,

студентка,

Козлов Андрей Юрьевич,

аспирант,

ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет»,

г. Тольятти, Самарская область, Россия

ВЛИЯНИЕ ВИДА ЗАПОЛНИТЕЛЯ НА ПРОЧНОСТЬ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА

В данной статье рассматривается зависимость структуры мелкозернистого бетона от вида заполнителя. Проведен ряд испытаний по определению зависимости прочности бетона от вида и крупности заполнителя.

Ключевые слова: мелкозернистый бетон, заполнитель, цемент, волжский песок, камский песок, дробленый из гранита песок.

Крупность и зерновой состав песка как мелкого заполнителя бетона являются его важнейшими качественными характеристиками. Зерновой состав мелкого заполнителя предопределяет жесткость бетонной смеси и, как следствие, расход цемента. Постоянство зернового состава необходимо для получения стабильной жесткости бетонной смеси, однородности и прочности мелкозернистого бетона (МЗБ).

Цель данной работы: исследование влияния вида заполнителя на прочностные характеристики мелкозернистого бетона.

Пески отличаются как по виду, так и по химическому составу, в зависимости от места их добычи. По зерновому составу волжский песок более мелкий, чем камский. Использование волжского песка снижает водопотребность мелкозернистой бетонной смеси и повышает ее воздухоовлечение.

Важное отличие зерновых составов природного и дробленого песков заключается в том, что дробленые пески могут быть получены практически

любого зернового состава. Правильный выбор дробильного оборудования и режимов его работы позволяют получать дробленые пески любого необходимого для технологии бетонных работ зернового состава. Это существенное преимущество дробленых песков перед обычно применяемыми природными песками. Еще одним положительным свойством дробленых песков является высокая однородность зернового состава. Эти положительные факторы позволяют свести до минимума отрицательное влияние формы зерен дробленых песков.

Для приготовления бетонов в качестве мелкого заполнителя использовали: крупный ($M_{кр.}=3,53$) природный песок Камского месторождения, мелкий ($M_{кр.}=1,33$) природный песок Волжского месторождения и дробленый песок ($M_{кр.}=3,40$) из гранитного щебня Челябинской области.

Для определения зависимости прочности бетона от вида заполнителя были изготовлены бетонные образцы партий 1-3 и 4-6. В бетонах партий 4-6 в качестве заполнителя использованы исследуемые пески фракции 0,315-0,63мм.

Зерна природных песков имеют хорошо окатанную округлую форму. Поверхность зерен мытого волжского песка более гладкая, чем у камского песка. Зерна дробленого песка имеют остроугольную форму и шероховатую поверхность.

Составы бетонных смесей партий 1-6 представлены в Таблице 1.

Таблица 1 – Состав бетонной смеси

№ партии	1	2	3	4	5	6
Единица измерения	кг/м ³					
Цемент	629	666	641	625	621	596
Песок Волжский	1258	-	-	1250 (фр. 0,315-0,63)	-	-
Песок Камский	-	1333	-	-	1241 (фр. 0,315-0,63)	-
Песок дробленый	-	-	1283	-	-	1191 (фр. 0,315-0,63)

из гранита						
Вода	314	333	321	312	310	298
В/Ц	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Плотность бетонной смеси, кг/м ³	2201	2332	2245	2187	2172	2085

При одинаковом составе бетонные смеси на волжском мелком песке показали меньший расплыв конуса, чем на камском песке. Дробленый песок имеет большее водопоглощение за счет шероховатой поверхности и трещин в зерне, в результате чего бетонная смесь на дробленном песке более жесткая, чем на природных песках, подвижность бетонной смеси резко снижается по сравнению с подвижностью смесей на природных песках.

Таблица 2 – Прочность бетона разных партий

Возраст образцов	№ партии					
	1	2	3	4	5	6
Предел прочности при сжатии, $R_{сж}$, МПа						
7 сут.	30,3	30,3	40,8			
14 сут.	46	42,5	49,5			
28 сут.	47,8	47,2	51,5	51,5	52,9	56,1
120 сут.	53,1	52,4	57,2			

Согласно результатам испытаний, прочность бетонных образцов на дробленном песке из гранита выше, чем прочность образцов с использованием волжского и камского песков.

Наибольший предел прочности показали образцы бетона (в возрасте 28 сут.) на песке из дробленого гранита (51,5 МПа), далее в порядке убывания – на волжском (47,8 МПа) и камском песке (47,2 МПа).

При использовании в качестве заполнителя бетона песок фр. 0,315-0,63 мм в партиях п. 4-6 наилучший результат по прочности также показал бетон, где в качестве заполнителя использовался дробленый песок из гранита.

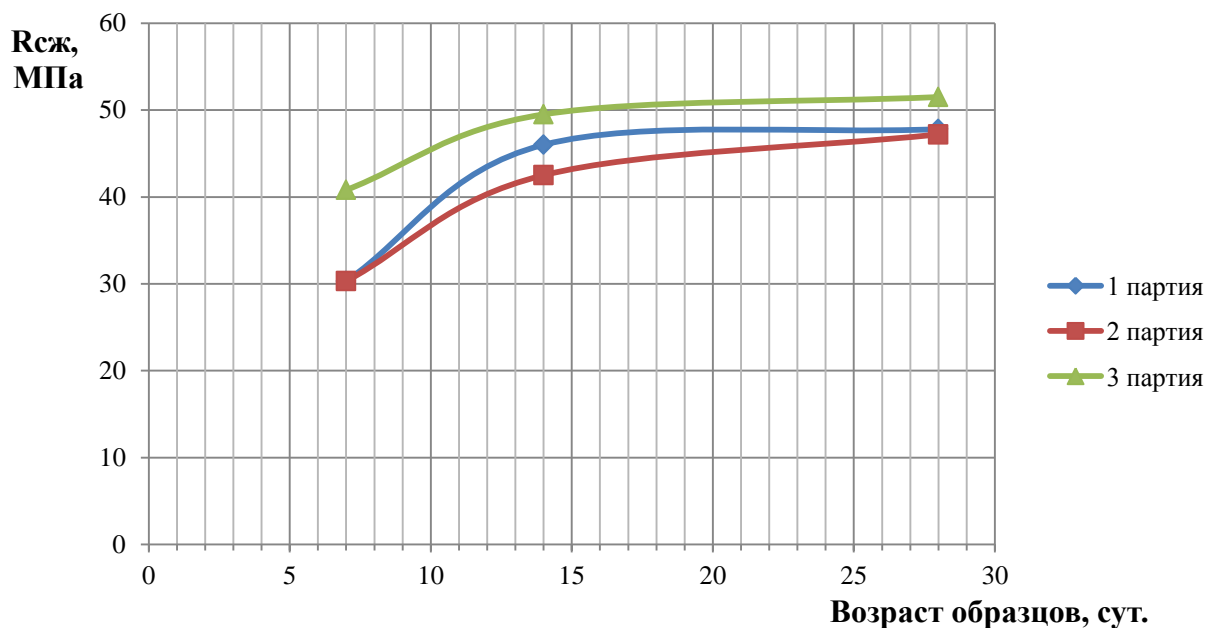


Рисунок 1 – Зависимость прочности бетона от вида заполнителя

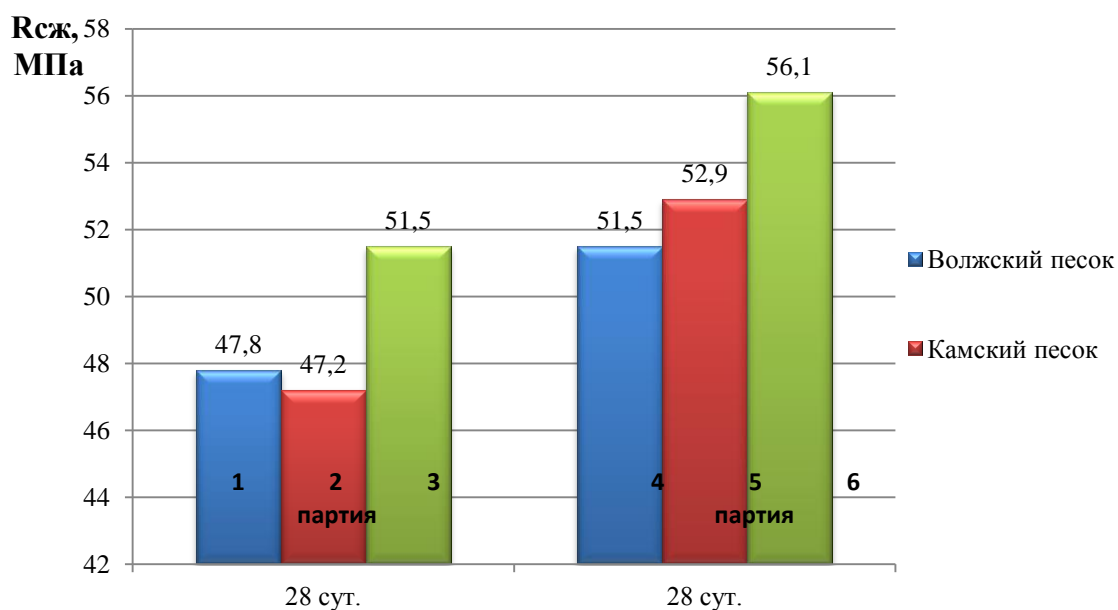


Рисунок 2 – Зависимость прочности образцов от вида заполнителя

Прочность образцов бетона на волжском и камском песках в возрасте 7 суток практически одинакова, но к 14 сут. прочность быстрее набирают образцы бетона на волжском песке, чем на камском песке, и далее прочность этих бетонов практически одинакова.

На дробленном песке из гранита в 7 суток бетон набирает 79% прочности от марочной прочности данного бетона. После 28 суток прочность бетона продолжает расти и к 120 суткам достигает 57 МПа.

Для исследования влияния на прочность бетона песков разной крупности были изготовлены бетонные образцы партий 7-10 бетонных образцов. В данных бетонных образцах в качестве заполнителя был использован камский песок фракций 0,16-0,315мм, 0,315-0,63мм, 0,63-1,25мм, 1,25-2,5мм и 2,5-5мм.

Рассмотрены составы бетонных смесей в соотношении Ц:П =1:2 при В/Ц = 0,5. Результаты испытаний МЗБ с использованием в качестве заполнителя песков разной крупности представлены на рис. 3.

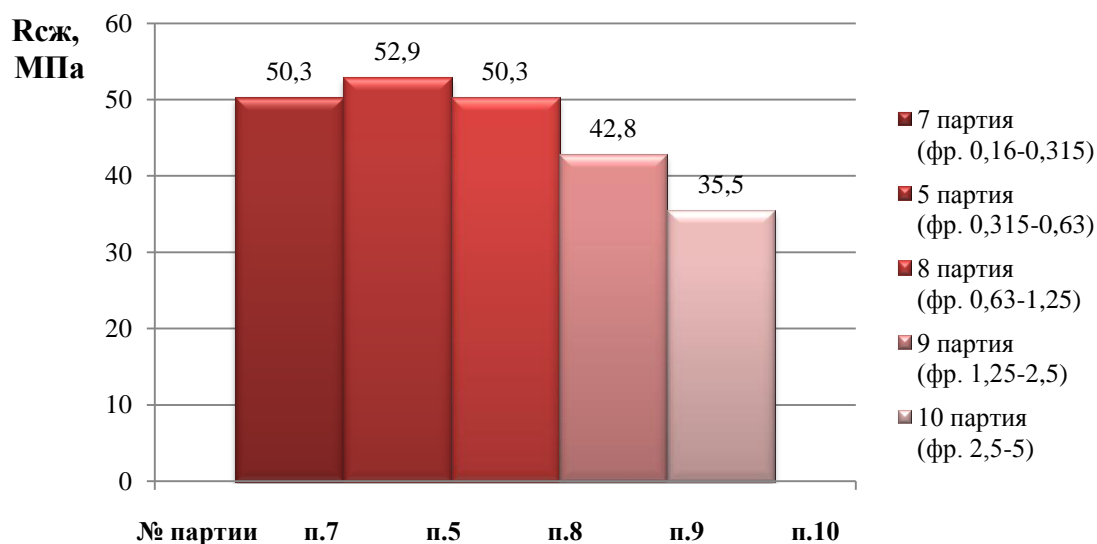


Рисунок 3 – Прочность бетона на песке разной крупности

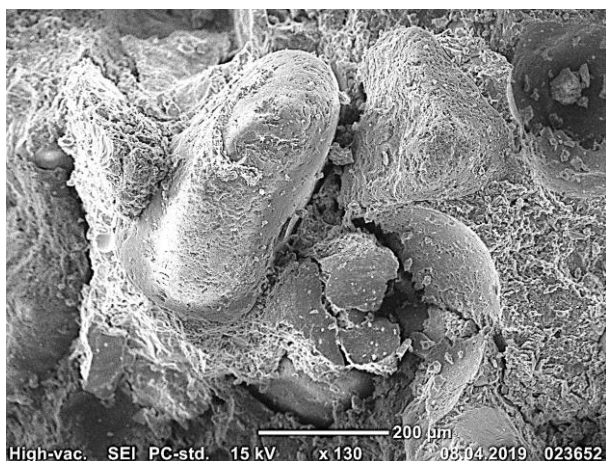
Из результатов испытаний бетонных образцов видно, что наибольшую прочность показали образцы п.5, которые изготовлены с использованием песка крупности 0,315-0,63 мм (52,9МПа). Наименьшую прочность имеют образцы бетона с использованием в качестве заполнителя песка крупностью 2,5-5мм.

Бетоны, изготовленные из песка мелких фракций 0,16-0,315мм; 0,315-0,63мм и 0,63-1,25мм, показывают прочность в диапазоне 50,3-52,9 МПа.

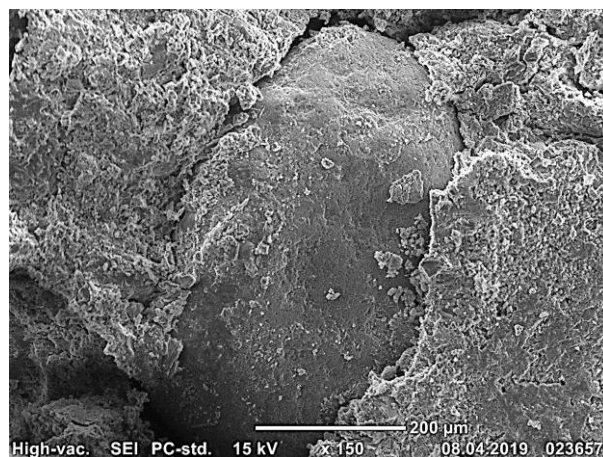
Прочность бетона практически снижается с использованием в качестве заполнителя песка более крупных фракций. Снижение прочности бетона, изготовленного на песке фракции 1,25-2,5мм, происходит на 15%, на песке

фракции 2,5-5мм - на 30% по сравнению с прочностью бетона на фракции 0,63-1,25мм. Таким образом, одним из условий высокой прочности МЗБ является крупность зерен песка; как следствие, увеличение крупности песка ведет за собой снижение прочности мелкозернистого бетона. В данном случае оптимальная крупность песка составляет в диапазоне 0,16-1,25мм.

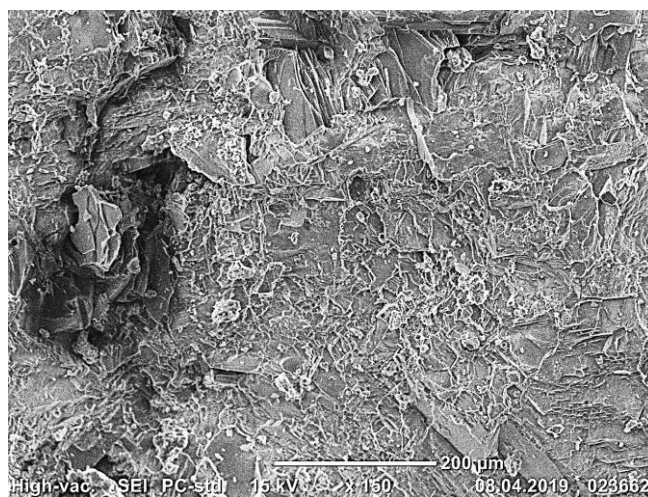
Микроскопическое изучение образцов бетона на природных песках после испытания на прочность показывает, что в большинстве случаев разрушение происходит по зоне контакта заполнитель – цементный камень, в результате чего зерна песка оказываются вырванными из «гнезд» в цементном камне.



а)



б)



в)

Рисунок 4 – Микроструктура образцов бетонного камня

а) волжский песок; б) камский песок; в) дробленый песок из гранита

Контакты между зернами природного заполнителя и цементного камнем в основном неровные, плотные и прочные, видны новообразования гидрата окиси кальция. На отдельных участках зоны контакта отмечается отсутствие сцепления зерен песка с цементным камнем в виде узкой прерывистой или сплошной полосы.

Контакты цементного камня с зернами дробленого песка из гранитов хорошие, плотные. Цементный камень проникает в неровности зерен песка.

Прочность бетона на дробленном песке из гранита значительно выше, чем на природных песках. Это объясняется не только качеством контактной зоны, но и шероховатостью поверхности, формой зерен дробленых песков и прочностью исходных горных пород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Шишканова В.Н. Материалы, конструкции и изделия, используемые в строительстве зданий и сооружений г. Тольятти // Градостроительство, реконструкция и инженерное обеспечение устойчивого развития городов Поволжья: Сб. трудов. – Тольятти, 2004.*
- 2. Шишканова В.Н., Путилова М.Н. Особенности структуры мелкозернистого бетона и его преимущества / В.Н. Шишканова, М.Н. Путилова // Научно-методический журнал «Наука и образование: новое время». – 2018. – №3.*
- 3. Боженов П.И., Кавалерова В.И. Влияние природы заполнителей на прочность раствора // Бетон и железобетон. – 1961. – №3. – С. 15-18.*