

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕСТНЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ВЫСОКОПРОЧНЫХ БЕТОНОВ

Ланшакова О.А., Крамер Е.Л., Совков В.Г.

Научные руководители: Н.Г. Васильевская, И.Г. Енджиевская,
С.В. Дружинкин

Сибирский федеральный университет

Получение высокоподвижных бетонных смесей с обеспечением сохранности свойств во времени, отсутствием расслаиваемости и интенсивной кинетикой набора прочности бетона в ранние сроки твердения, без применения тепловой обработки и с высокими прочностными показателями в марочном возрасте является актуальной проблемой при возведении технически сложных и уникальных объектов (в том числе и большепролетных сооружений). Данная проблема решается в нескольких направлениях - использование высокомарочных цементов, местных прочных заполнителей, применение пластифицирующих добавок, высокоактивных минеральных наполнителей.

Прочностные и деформативные свойства высокопрочного бетона зависят от совместной работы цементного камня и заполнителя, а также их взаимодействия. В этом случае, приближение прочности бетона к прочности заполнителя сказывается на характере разрушения образцов-кубов, когда разрушение идет как по цементно-песчаному раствору, так и по самому заполнителю. Вследствие чего физико-механические свойства заполнителей в большей мере отражаются на деформативных характеристиках высокопрочных бетонов.

С увеличением плотности цементной оболочки вокруг зерен заполнителей и прочности сцепления с ними проявляется объемная повышенная сопротивляемость, также приводящая к улучшению физико-механических характеристик. Этим явлением возможно объяснить получение прочности бетона, превышающей марку цемента, приближающуюся к прочности заполнителей.

Таким образом, совместное взаимодействие двух принципиальных компонентов бетона – цемента и заполнителей дает возможность управлять свойствами конструктивных бетонов путем отбора соответствующей породы щебня.

Были исследованы заполнители, производимые в непосредственной близости от Красноярска, пробы щебня и песка Березовской, Песчанской, Терентьевской ДСФ (табл.1, 2). Пробы испытаны на соответствие ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия» и ГОСТ 8736-93 «Песок для строительных работ. Технические условия». Испытания проб показали, что физико-механические свойства материалов из данных месторождений отличаются незначительно, из-за того, что находятся в одном пласте.

Дифрактограммы исследуемых заполнителей показали (рис.1), что исследуемые пробы представлены в основном кварцем (SiO_2) и плагиоклазами (известково-натриевые полевые шпаты) с небольшими примесями карбоната кальция и каолинита. На дифрактограммах четко идентифицируются пики кварца с $d=0,334; 0,245; 0,228; 0,212$ нм и др., дифракционные максимумы плаксиоклазов с $d=0,404; 0,374; 0,365; 0,321; 0,318$ нм, пики CaCO_3 $d=0,303$ нм и каолинита $d=0,710$ нм.

Истинная плотность зерен песков определенная в соответствии с ГОСТ 8735 составила $2,65 \text{ г/см}^3$. В соответствии с требованиями ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия» щебень из гравия месторождений Березовка и Песчанка имеет марку по дробимости 1000, что не позволяет получить высокопрочный бетон.

Таблица 1

Результаты испытаний крупного заполнителя Красноярской ДСФ

Наименование показателей	Значения показателей щебня		
	Березовского	Песчанки	требуемые ГОСТ
Зерновой состав: полные остатки на ситах, %:			
D	13,5	10,00	до 10
d	99	99,80	90...100
0,5(d +D)	56	54,90	30...60
1,25 D	0	0	До 0,5
Насыпная плотность, кг/м ³	1375	1420	-
Истинная плотность, кг/м ³	2700	2700	-
Пустотность	38,6	33	-
Содержание пылевидных и глинистых примесей, %	1,0	0,30	1,0
Содержание глины в комках, %	-	-	0,25
Дробимость в цилиндре:			
- потеря массы, %	9,0	8,9	До 10 включ.
- марка по дробимости	1000	1000	1000
Содержание дробленых зерен в щебне из гравия, %	98	96,60	Не менее 80
Содержание зерен пластинчатой и игловатой форм, %	4	4	Не более 35%

Таблица 2

Результаты испытаний мелкого заполнителя Красноярской ДСФ

Наименование показателей	Значения показателей песка			
	Березовского	Песчанки	Терентьевского	требуемые ГОСТ
Модуль крупности песка (M _к)	2,00	1,98	0,80	Мелкий Св.1,5 до 2
Насыпная плотность, кг/м ³	1578	1550	1610	
Истинная плотность, кг/м ³	2700	2700	2620	
Зерновой состав (полные остатки на ситах), (мас. %), размер сит, мм:				
2,5	16,0	12,5	0,18	
1,25	25,0	21,5	0,90	
0,63	35,1	30,0	2,74	
0,315	44,5	44,2	9,69	
0,16	83,0	94,2	66,19	
Дно	100	100	100	
Содержание пылевидных и глинистых частиц, % по массе	3,5	2,4	3	1 класс мелкий 5

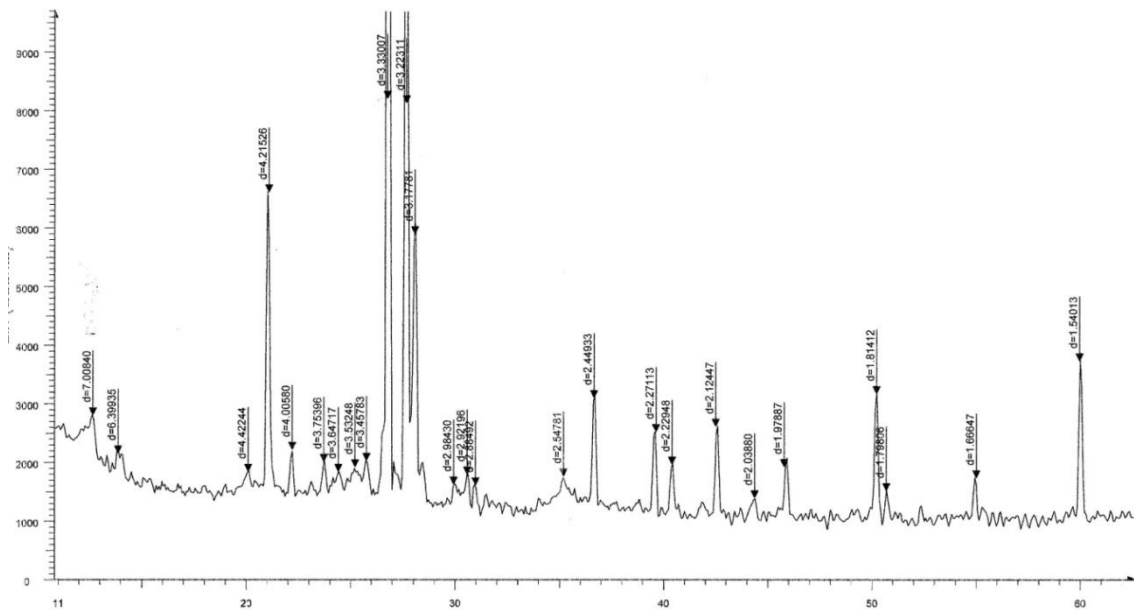


Рис. 1. Рентгенофазовый анализ заполнителя Терентьевского месторождения

В работе в качестве заполнителя использовали также отходы отсева щебня после ДСУ Кияшалтырского месторождения, крупные фракции которого применяются для отсыпки железнодорожных путей. Отсевы – фракции менее 25 мм накоплены в значительных количествах на территории месторождения. Свойства отвального заполнителя представлены в табл.3.

Таблица 3

Физико-механические характеристики отвального заполнителя

Вид материала	Наименование показателей	Значения показателей	
		фактические	Требуемые ГОСТ
Щебень	Зерновой состав: полные остатки на ситах, %:		
	D	3,5	до 10
	d	95,8	90...100
	0,5(d + D)	49,65	30...60
	1,25 D	0	До 0,5
	Насыпная плотность, кг/м ³	1429	-
	Истинная плотность, кг/м ³	2800	-
Песок	Пустотность	46	-
	Дробимость в цилиндре:		
	- потеря массы, %	3,94	
	- марка по дробимости	1400	
	Модуль крупности песка (M _к)	3,016	Повышенной крупности 3,0 до 3,5
Песок	Полный остаток на сите № 063, % по массе	65,8	Повышенной крупности 65 до 75
	Содержание пылевидных и глинистых частиц в песках из отсевов дробления, % по массе	7,5	II класс Повышенной крупности
	Насыпная плотность, кг/м ³	1437	-
	Истинная плотность, кг/м ³	2900	-

Как считает ряд исследователей, с увеличением марки бетона наибольшая крупность щебня должна уменьшаться. Это объясняется тем, что с уменьшением крупности заполнителя увеличивается его сцепление с цементным камнем, а также пропорционально уменьшаются размеры трещин между цементным камнем и заполнителем, возникающие при нагружении в результате различий в свойствах контактирующих фаз. Вследствие этого для бетонов класса 60 и выше рекомендуется применять, как наиболее оптимальный, щебень с наибольшей крупностью 20-25 мм.

Результаты рентгенофазового испытания заполнителя Кияшалтырского месторождения приведены на рис. 2. Установлено, что исследуемые пробы представлены в основном диопсидом.

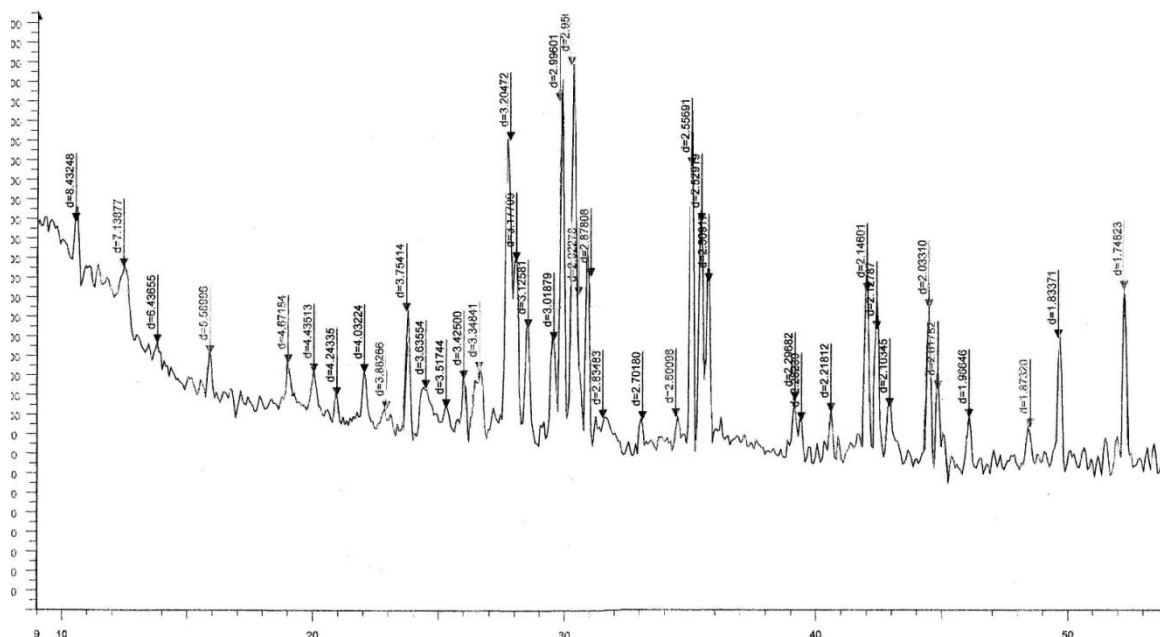


Рис. 2. Рентгенофазовый анализ заполнителя Кияшалтырского месторождения

Диопсид - порообразующий минерал перидотитов и пироксенитов, нередко присутствует в габбро и диоритах, отмечается в базальтах, чаще в андезитах. Главные (самые распространенные) пироксены представлены рядом диопсид-геденбергит, характеризующимся постепенным переходом от $\text{CaMg}(\text{Si}_2\text{O}_6)$ к $\text{CaFe}(\text{Si}_2\text{O}_6)$. Содержание оксида кальция CaO составляет 25,9 %, оксида магния MgO — 18,5 %; оксида кремния SiO — 55,6 %. Присутствуют примеси железа, марганца, алюминия, хрома, ванадия, титана. Твёрдость по шкале Мооса — 5,5—6, плотность — 3,25—3,55 г/см³, возрастает с увеличением содержания железа или хрома. В основном распространён в изверженных породах.

Помимо диопсида (пики 4,46; 2,98; 2,89; 2,56; 2,52; 2,30; 2,15; 2,129; 2,034; 2,01; 1,83; 1,74; 1,61; 1,52) порода содержит свободный кварц (пик 3,36), каолинит (пик 7.153) и полевои шпат (пики 4.04; 3,74).

В результате проведенных испытаний заполнителей месторождений Березовское, Песчанка, Терентьевское и Кияшалтырского можно отметить, что щебень и песок соответствуют по всем показателям регламентируемым требованиям ГОСТа, однако по дробимости заполнители Песчанки, Березовского и Тереньевского месторождений не пригодны для производства бетонов высоких марок, так как сложены в основном осадочными горными породами. Заполнитель Кияшалтырского месторождения сложен из изверженных пород и имеет прочность 1400 кг/см², что обеспечивает требуемую прочность для производства высокопрочных бетонов.