УДК 691:624.012.45.46

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА ИЗ СУЛЮКТИНСКОГО КВАРЦЕВОГО ПЕСКА И КЫЗЫЛ-КИЙСКОГО ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

[1]Баймуратова Г.А., [2]Омурбекова Г.К., [3]Жапаркулов А.М., [3]Ташполотов Ы.Т.

[1]Ошский технологический университет, Ош, e-mail: gulbara.baimuratova.67@mail.ru;
[2]Кыргызско-Узбекский университет, Ош, e-mail: gulzat_omurbekova@mail.ru;
[3]Ошский государственный университет, Ош

В настоящей работе для исследования бетонных образцов и проведения лабораторных испытаний использовали портландцемент Кызыл-Кийского цементного завода активности 41,5 Мпа. В качестве заполнителя использовали кварцевый песок Сулюктинского карьера с модулем крупности 75 и 250 мкм. В лабораторных условиях после естественной сушки измеряли прочность экспериментальных образцов, цилиндрической формы, диаметром 50 мм, высотой 30 мм. Изготовленные образцы испытывались стандартными способами на сжатие и растяжение с помощью пресса КЭФ -1736-86, путем разделения на следующие серии 250 мкм с содержанием от 5% до 15% портландцемента, прочность которых составляет от 15% до 55%. Образцы серии 75 мкм отличались прочностью с содержанием от 5% до 15% портландцемента, прочность которых составляет от 19% до 90%. Заполнители прессовались, сухие составляющие композитной смеси предварительно перемешивались до получения однородной массы. И нами выявлено, что оксид кремния с дисперсностью 75 мкм и портландцемента с содержанием от 10% до 15% отличались прочностью и соответствуют требованиям строительных материалов, т.е. с уменьшением размеров частиц заполнителя (кварцевого песка) с 75 мкм прочность бетона увеличивается 3 и более раз для различных концентраций заполнителя.

Ключевые слова: цемент, портландцемент, бетон, дисперсность, кварцевый песок, строительный материал, концентрация, прочность, кварц, диоксид кремния, композитная смесь, виброплощадка, карьер, размер частицы, температура плавления, водоцементное отношение

INVESTIGATION AND DETERMINATION OF CONCRETE STRENGTH FROM SULUKTINSKY QUARTZ SAND AND KYZYL-KYI PORTLAND CEMENT

[1]Baymuratova G.A., [2]Omurbekova G.K., [3]Zhaparkulov A.M., [3]Tashpolotov Y.T.

[1]Osh Technological University, Osh, e-mail: gulbara.baimuratova.67@mail.ru;
[2]Kyrgyz-Uzbek University, Osh, e-mail: gulzat_omurbekova@mail.ru;
[3]Osh State University, Osh

In the present work portland cement of Kyzyl-Kiysk Cement Plant of activity 41.5 MPa was used to study concrete samples and conduct laboratory tests. As a filler, quartz sand of the Sulukta quarry with the size module of 75 and 250 microns was used. In laboratory conditions, after the natural drying, the strengths of the experimental samples were measured, from the cylindrical shape, with a diameter of 50 mm, a height of 30 mm. The manufactured samples were tested By standard compression and stretching methods using the KEF-1736-86 press, by dividing into the following 250 μm series with 5% to 15% Portland cement, strength of 15% to 55%. Samples of the 75 μm series were distinguished by their strengths ranging from 5% to 15% with Portland cement, strength of which is 19% to 90%. The fillers were pressed, the dry constituents of the composite mixture were premixed until a homogeneous mass was obtained. And we found out that silicon oxide with a dispersion of 75 μm and portland cement with a content of 10% to 15% differed in strength and meets the requirements of building materials, ie with a decrease in the size of aggregate particles (quartz sand) from 75 km, the strength of concrete increases 3 or more Times for different concentrations of aggregate.

Keywords: cement, portland cement, concrete, dispersity, quartz sand, building material, concentration, strength, quartz, silicon dioxide, composite mixture, vibroplant, quarry, particle size, melting point, water-cement ratio

Строительство является важной сферой и подразумевает значительное количество направлений, по которым может осуществляться работа. Дополнительно присутствует большое число применяемых материалов. Следует внимательнее рассмотреть бетон, поскольку он считается универсальным. Применение бетона подразумевает возможность создания монолитных конструкций, имеющих перед сборными вариантами ряд преимуществ. Они используются на всех этапах строительства. Если рассматривать применение бетона с самых нижних частей, то следует отметить чрезвычайно широкое распространение при создании опоры для зданий. Сюда относится не только конструкция фундамента, но и основание под него. Как показывает практика, недостаточно просто утрамбовать грунт или создать подушку из гравия, чтобы гарантировать надёжность и долговечность.

Бетон нельзя адекватно описать как композицию крупного и мелкого заполнителя в матрице из цементного теста. Микроструктура цементного теста вблизи заполнителя отличается от микроструктуры цементного

теста во всем объеме, которое составляет большую определенную часть раствора [1].

На деформативность и прочность оказывает заметное влияние его структура. В смеси цемента и заполнителей при добавлении воды начинается процесс гидратации (химическая реакция), т.е. между цементом и добавленной водой образуется студнеобразная пористая масса с физико-химическими связями – соединениями в виде частиц. В процессе перемешивания компонентов с водой со временем происходит твердение бетона.

Таким образом, главным фактором, влияющим на прочность бетона, является состав смеси для получения бетона и вода, добавляемая в смесь. При этом воды для получения бетона и отвердевания цемента необходимо примерно 15–20 % от массы цемента. Иногда, на практике, водоцементное отношение доходит до 40–60 %. В этом случае лишнее количество воды постоянно испаряется и в результате у бетона образуются поры и капилляры [2].

Один из заполнителей бетона – диоксид кремния (SiO2-кварц) является самым распространенным и прочным минералом. Прочность кварца при сжатии достигает до 2000 МПа. Наряду с этим кварц обладает свойством высокой кислотности и химической стойкости. Температура плавления кварца составляет порядка 1700 °С, и поэтому он часто применяется для получения огнеупорных материалов [3].

В настоящее время углерод считается основным элементом органического мира, то кремний является важным химическим элементом неорганической системы. На земле кремний встречается в виде песка – двуокиси кремния SiO_2, и поэтому с помощью различных технологий из оксида кремния получают все остальные соединения кремния.

В настоящей работе для исследования бетонных образцов и проведения лабораторных испытаний использовали портландцемент с активностью 41,5 МПа Кызыл-Кийского цементного завода, который находится в Кыргызской Республике. В качестве заполнителя использовали кварцевый песок Сулюктинского карьера с модулем крупности 75 и 250 мкм, так как качество цемента зависит от уровня примесей в исходном сырье. Элементный состав кварцевого песка различных месторождений показан в табл. 1.

Как видно из таблицы, анализируемые объекты разнообразны как по химическому составу, так и по уровням содержания примесей. Нормативная документация предполагает контроль 12–35 примесей на уровне 10–7 мас. % до единиц процентов. Наиболее подходящим по составу месторождением для получения портландцемента является кварцевый песок Сулюктинского месторождения [4].

Таблица 1

Элементный состав кварцевого сырья различных месторождений (%)

Хим. элементы	Весовая концентрация	
	Местор. Сулюкта	Местор. Таш-Кумыр
SiO_2	85	94,3
Al_2O_3	10,5	1,8
F_2O_3	0,83	–
MgO	0,7	–
CaO	0,97	–
K_2O		3,0
I		$2\cdot10^{-3}$
Ag		$2,1\cdot10^{-4}$
Cu		$3\cdot10^{-3}$
Zn		$2\cdot10^{-1}$
Mo		$4,3\cdot10^{-4}$
Ti		$3\cdot10^{-2}$
Ni		$4,1\cdot10^{-3}$
Cr		$1,2\cdot10^{-2}$
Sn		$2\cdot10^{-4}$
Zr		$3,5\cdot10^{-3}$

Портландцемент – продукт тонкого измельчения клинкера, получаемого обжигом до спекания, т.е. частичного плавления сырьевой смеси, обеспечивающей преобладание в нем высокоосновных силикатов кальция (70...80%) [5].

Заполнители прессовали, сухие составляющие композитной смеси предварительно перемешивали до получения однородной массы. Расход цемента и водоцементное отношение задавались в пределах 5%, 10%, 15%. При получении бетонов с низким содержанием воды они варьировались, расход цемента и водоцементное отношение показаны в табл. 2.

Экспериментальные образцы бетонной смеси в виде цилиндров диаметром 50 и высотой 30 мм укладывались в соответствующие формы и уплотнялись в течение 3–5 мин в лабораторной виброплощадке.

Изготовленные образцы оставили на естественной сушке не менее 6 суток. В процессе сушки выполняются следующие три критерия: испарение, продолжительность процесса и появление осадочных трещин.

Обычно сушка начинает осуществляться, как только бетон набирает заданную прочность, поскольку в процессе испарения влаги прочность бетона уменьшается из-за невозможности гидратации.

Прочность бетона Rб в зависимости от времени твердения зависит от следующих факторов: прочность цемента Rц и отношения воды и цемента (В/ц). Наряду с этим на прочность бетона влияют также марки и виды цемента, особенности их поверхности, методы приготовления испытательных образцов, заполнители и т.д. [3].

Так как прочность бетона зависит частично от связи цемента-заполнителя, этому аспекту были посвящены многочисленные исследования. Имеется несколько обзоров [1–3], посвященных исследованием микроструктуры бетона [2].

В лабораторных условиях после естественной сушки измеряли прочность экспериментальных образцов цилиндрических форм диаметрами 50 мм, высотах 30 мм.

Изготовленные образцы испытывались стандартными способами на сжатие и растяжение с помощью пресса КЭФ-1736-86, путем разделения на следующие серии 0,25 мм с содержанием от 5% до 15% портландцемента, прочность которых составляет от 15 кгс/см^2 до 55 кгс/см^2.

Образцы серии 0,075 мм отличались прочностью с содержанием от 5% до 15% портландцемента, прочность который составляет от 19 кгс/см^2 до 90 кгс/см^2. Прочность проб показана в табл. 3.

Графики зависимости процентных соотношений от прочности показана в рис. 1–3.

Выводы

1. Образцы серии, изготовленные с частицей оксида кремния Сулюктинского месторождения с дисперсностью 0,25 мм и 0,5 мм портландцемента с содержанием от 5% до 15%, по прочности бетона не соответствуют требованиям строительных материалов.

Таблица 2

Составы, использованные для получения бетона

Номер состава	Цемент, в%	Песок, в%	Вода, мл	Крупность песка, мм
1	5	95	60	0,075
2	10	90	60	0,075
3	15	85	60	0,75
4	5	95	60	0,25
5	10	90	60	0,25
6	15	85	60	0,25

Таблица 3

Прочность проб

№	Процентное соотношение	Прочность в дисперсности 0,075 мм	Прочность в дисперсности 0,25 мм	Прочность в дисперсности 0,5 мм
1	5%	19 кгс/см^2	15 кгс/см^2	12 кгс/см^2
2	10%	60 кгс/см^2	35 кгс/см^2	22 кгс/см^2
3	15%	80 кгс/см^2	55 кгс/см^2	25 кгс/см^2

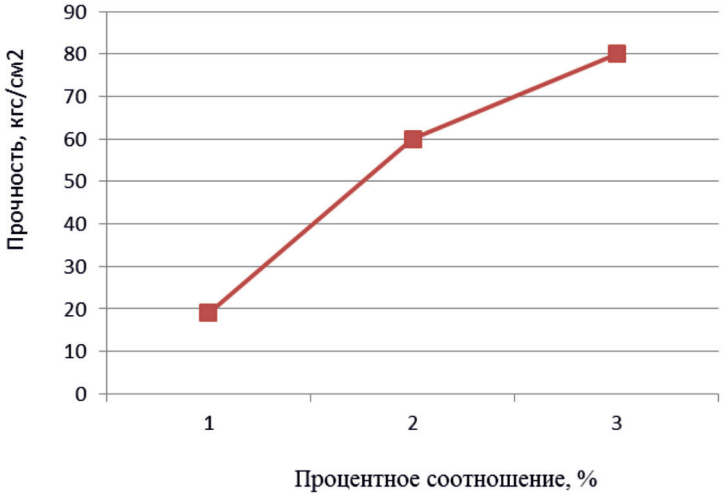

Рис. 1. График зависимости процентного соотношения бетона от прочности при дисперсности 0,075 мм

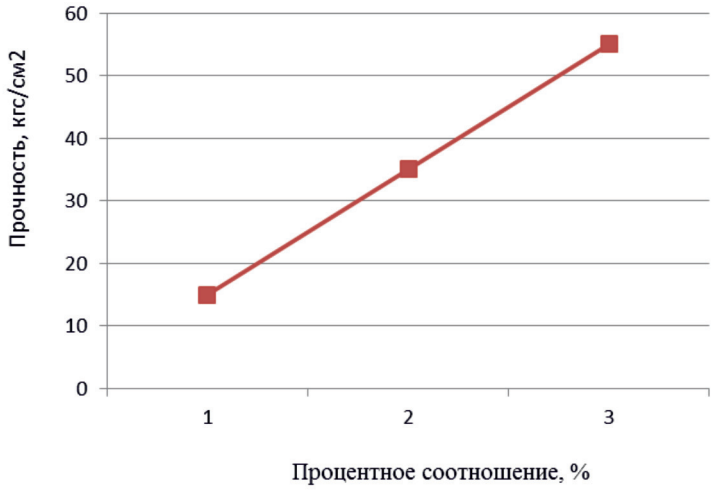

Рис. 2. График зависимости процентного соотношения от прочности при дисперсности 0,25 мм

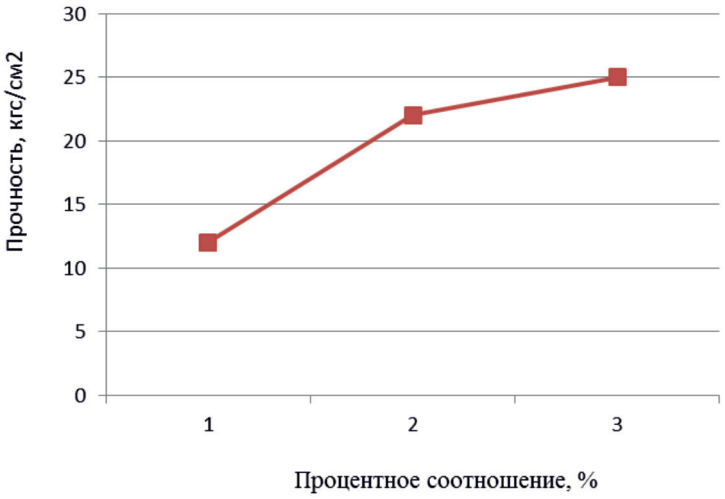

Рис. 3. График зависимости процентного соотношения бетона от прочности при дисперсности 0,5 мм

2. Образцы серии, приготовленные с порошками оксида кремния выше указанного карьера с дисперсностью 0,075 мм и портландцемента с содержанием от 5 % до 15 %, соответствуют требованиям строительных материалов, т.е. с уменьшением размеров частиц заполнителя (кварцевого песка) прочность бетона увеличивается в три и более раз для различных концентраций заполнителя.

Список литературы

1. Ерошкина Н.А., Коровкин М.О. Ресурсо- и энергосберегающие технологии строительных материалов на основе минерально-щелочных и геополимерных вяжущих. – Пенза, 2013. – 157 с.

2. Евстифеев В.Г. Железобетонные и каменные конструкции. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 27 с.

3. Зверев В.А., Кривопустова Е.В., Точилина Т.В. Оптические материалы. Часть 2: учебное пособие для конструкторов оптических систем и приборов. – СПБ., 2013. – 248 с.

4. Ысманов Э.М., Ташполотов Ы.Т., Айдаралиев Ж., Омурбекова Г.К., Садыков Э. Технология получения кремния с использованием неорганических и органических сырьевых ресурсов // Наука и новые технологии. – 2001. – № 1. – С. 22–24.

5. ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия (С изменениями № 1, 2). – URL: www.docs.cntd.ru (дата обращения: 15.04.2018).