

УДК 67.03:691

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИДА И ДЛИНЫ БАЗАЛЬТОВОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕТОНА

С.А. Ращепкина, И.А. Магеррамова

Показана возможность использования базальтового наполнителя в сочетании с портландцементом; подтверждено влияние размеров базальтового наполнителя на прочность бетона.

Ключевые слова: бетон; базальтовый наполнитель; эксперимент; прочность на изгиб.

STUDY OF THE EFFECT OF BASALT FILLER TYPE AND LENGTH ON THE CONCRETE PHYSICO-TECHNICAL PROPERTIES

S.A. Rashchepkina, I.A. Maharramova

The paper examines the possibility of using basalt filler in combination with portland cement; confirmed the influence of the size of basalt filler on the strength of concrete.

Keywords: concrete; basalt filler; the experiment; flexural strength.

Постановка задачи. В строительной практике сложилось два направления в создании композиционных материалов повышенной прочности и долговечности:

- композиты на высокомодульных волокнах (асбестовые, стеклянные, базальтовые);
- композиты на низко модульных волокнах (нейлоновые, полиэтиленовые, полипропиленовые).

Бетоны характеризуются низким сопротивлением на разрыв и образованием усадочных трещин при твердении. Уменьшить образование трещин и сколов возможно несколькими способами, в частности вторичным армированием металлической сеткой или арматурой, сварной проволокой. Но наиболее эффективным является способ создания вяжущих смесей с *базальтовыми* и полипропиленовыми наполнителями. Известно, что полипропиленовое волокно при замене сварной проволоочной сетки предотвращает образование трещин в конструкции и повышает её прочность не более чем на 2 %. Наряду с этим полипропиленовое волокно имеет свои недостатки: оно деформируется при небольших нагрузках на растяжение, теряет свои свойства, горит при воздействии на него открытого пламени.

Следует отметить, что структура бетона при использовании базальтовых волокон приближается к структуре с арматурой со стальных сеток, но базальтобетон имеет более высокую прочность, пото-

му что армирующее его базальтовое волокно имеет более высокую степень дисперсности в армируемом камне, а само волокно имеет более высокую прочность, чем стальная.

Волокна, произведенные из химически инертных горных пород, не вступают в реакцию с солями или красителями и поэтому вяжущие смеси с добавками волокна применяются в архитектурном строительстве, при производстве конструкций со сложными поверхностями, при строительстве морских сооружений, в декоративном бетоне, при производстве дорожных покрытий с использованием базальтового наполнителя. Базальтовый композит предохраняет асфальтобетонные покрытия от проникновения антиобледеняющих солей и веществ, повышает жесткость поверхности. На рисунке 1 показано применение базальта в различных отраслях [1–5].

Влияние размеров базальтового наполнителя на прочность бетона. Известно использование базальтовой фибры в качестве наполнителя – армирующих добавок. В лаборатории “Строительные материалы” были проведены исследования композиций с измельченной базальтовой ватой различных размеров с целью изучения ее влияния на прочностные характеристики композиций. Для исследования были приняты следующие материалы:

- портландцемент марки 300 и выше; минеральный состав портландцемента: C_3S , C_2S , C_3A ,



Рисунок 1 – Широта использования базальта

C_4AF ; удельная поверхность $310 \text{ м}^2/\text{кг}$; химический состав цемента: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , SO_3 , ППП – 0,5;

- кремнеземистый компонент: Вольский песок стандартный с модулем крупности $M_{кр} = 2,1$, насыпной плотностью – $1,6 \text{ г}/\text{см}^3$, истинной плотностью – $2,69 \text{ г}/\text{см}^3$, примеси в норме, сухой.
- базальтовый компонент: измельченная базальтовая вата и базальтовые волокна с длиной волокон 0,5 и 2 см. Базальтовый наполнитель вводился в количестве 2,5 и 5 % от массы цемента.

Количество воды определяли из соотношения В/Ц = 0,4. Материалы композиций дозировали по массе. Для равномерного распределения тонкомолотого наполнителя проводилась механическая активация цемента с песком и базальтовым на-

полнителем в шаровой мельнице в течение 2 ч. Композиции приготавливали смешением материалов в лабораторной мешалке.

Испытания проводились на образцах балочек размером $4 \times 4 \times 16 \text{ см}$. Все образцы были замешаны по ГОСТ [6]. После первых суток хранения в 100 % влажной среде образцы распалубили. Испытания образцов проводили после хранения при нормальных условиях (температура $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, влажность 100 %) в течение 7–28 суток.

Результаты изменения прочности на изгиб композиционных материалов разного состава приведены на рисунках 2 и 3. Здесь: T – время твердения образцов в сут.; $R_{изг}$ – прочность образцов на изгиб, содержащих соответственно 2,5 и 5 % базальтового наполнителя (БН). В качестве анало-

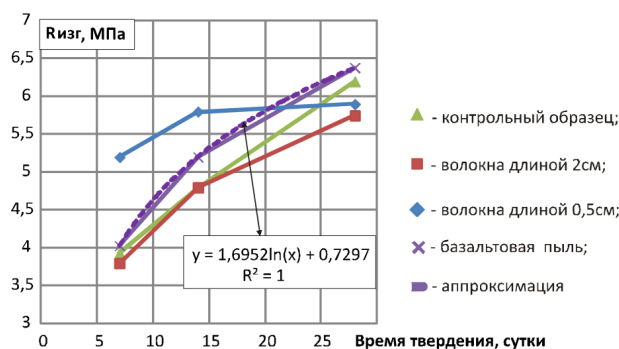
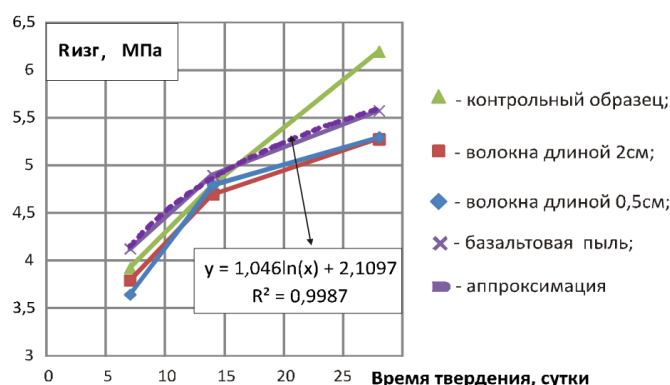


Рисунок 2 – Зависимость “ $T-R_{изг}$ ” при БН 2,5 %

Рисунок 3 – Зависимость “Т- $R_{изг}$ ” при БН 5 %

га служил контрольный образец, в состав которого входили цемент, песок и вода.

Анализ экспериментальных данных показал, что прочность на изгиб в начальный период твердения (7 сут.) у образцов, содержащих 2,5 % базальтовой ваты длиной 0,5 см, превышает прочность контрольного образца, при дальнейшем твердении (28 суток), показатели прочности различаются незначительно. Введение наполнителя длиной 2 см приводит к уменьшению прочности на изгиб в сравнении с контрольным образцом (рисунок 3).

Прочность на изгиб в начальный период твердения (7 суток) у образцов, содержащих 5 % базальтовой ваты длиной 0,5 и 2 см, ниже прочности контрольного образца, при дальнейшем твердении (28 сут.), показатели прочности значительно ниже, чем у контрольного образца.

Следует отметить, что длинные волокна труднее равномерно распределить в композиции, поэтому необходима дальнейшая отработка технологии введения базальтовых волокон.

Введение базальтовой пыли оказало наибольший эффект на прочность исследуемых образцов. Прочность образцов, наполненных базальтовой пылью, можно аппроксимировать логарифмическими зависимостями:

$$y = 1,6952\ln(x) + 0,7297 (R^2 = 1);$$

$$y = 1,046\ln(x) + 2,1097 (R^2 = 0,9987).$$

При этом достигается достаточно высокая точность аппроксимации ($R^2 = 0,99-1$). Данные уравнения можно использовать при определении аналитическим путем прочности образцов при любых сутках твердения.

Заключение. Проведенные исследования показали возможность более широкого применения базальта в различных отраслях промышленности и, в частности, в зданиях и сооружениях, выпол-

ненных из бетона; доказана возможность использования базальтового наполнителя в сочетании с портландцементом; показано влияние вида и длины базальтового наполнителя на физико-технические свойства бетона, установлено, что длинные волокна труднее равномерно распределять в композиции.

Таким образом, при введении тонкомолотой базальтовой ваты в качестве минерального наполнителя можно создавать строительные конструкции высокой прочности.

Литература

1. Будущее за базальтовыми волокнами и композициями на их основе / С.Е. Артёмов, О.Г. Васильева, Ю.А. Кадыкова, А.Н. Леонтьев // Листовое стекло: матер. межд. конф. Саратов: изд-во СГТУ. 2002. С. 125–128.
2. Новицкий А.Г. Дисперсное армирование волокном бетона, асфальтобетонных смесей и строительных растворов / А.Г. Новицкий. Варна: Варненский своб. ун-т “Черноризец Грабара”, 2012.
3. Информационно-строительный портал. <http://www.stroy-info.ru/bazalt/> (Дата обращения 20.04.2016).
4. Новицкий А.Г. Инжиниринг производства непрерывного базальтового волокна, тенденции и перспективы развития / А.Г. Новицкий. М.: Композит-Экспо, 2015.
5. Информационно-строительный портал. <http://kwt-stroy.ru/kamen/183-bazalt-chudo-kamen/> (Дата обращения 20.04.2016).
6. ГОСТ 31108–2003. Цементы общестроительные. Технические условия. М.: МНТКС. Актуализирован 15.10.2015.