

В.А. ШЕЙНЕРТ,
А.Г. СЛУЦКИЙ, канд. техн. наук
О.Г. ГАЛУЗО, канд. техн. наук,
И.Л. КУЛИНИЧ (БНТУ)

ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТОЙ ФИБРЫ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

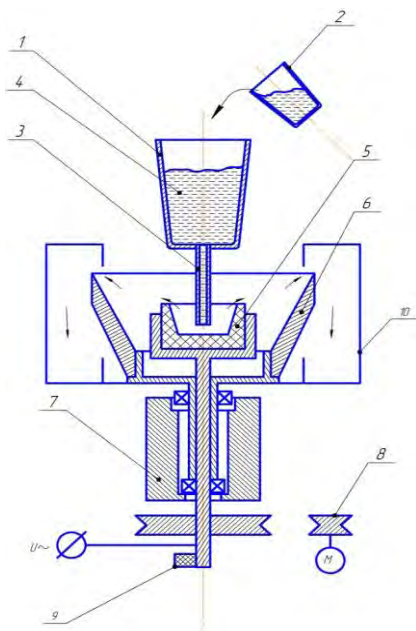
Ранее выполненные исследования показали реальную возможность получения литой фибры на экспериментальной лабораторной установке [1]. На первом этапе работы были получены опытные образцы стальной литой фибры с использованием электродугового способа, особенности которого были изложены ранее.

Был выполнен комплекс наладочных и экспериментальных работ с целью оценки возможности получения литой чугунной фибры из жидкой фазы.

Для получения железоуглеродистого сплава (сталь либо чугун) используется малая индукционная печь на базе полупроводникового инвертора мощностью 30 кВт, обеспечивающего высокоскоростную плавку металла с последующим его диспергированием на установке (рисунок 1).

Для стабилизации процесса разливки жидкий металл подается на диспергатор через специальную промежуточную чашу и калиброванную струйную трубку.

По такой технологической схеме были получены опытные образцы чугунной фибры, которая подвергалась рассеву на фракции размером от 1,1 мм до 3,3 мм на специальных ситах с квадратными ячейками. При этом часть фибры была подвергнута высокотемпературному отжигу при температуре 900 °С в течение 60 мин. В дальнейшем по специальной методике были приготовлены поперечные шлифы образцов фибры, как в литом, так и отожженном состоянии. На рисунках 2, 3 приведены фотографии общего вида и микроструктуры фибры, полученной по различным вариантам.



- 1 – тигель с отверстием; 2 – ковш с жидким металлом;
 3 – калиброванная трубка; 4 – жидкий металл;
 5 – графитовый диспергатор; 6 – вращающийся кристаллизатор;
 7 – механический шпиндель; 8 – приводной электродвигатель;
 9 – скользящий контакт; 10 – сборник фибры

Рисунок 1 – Схема установки для получения литой фибры



а

б

в

Рисунок 2 – Общий вид (а) и микроструктура (б и в) мелкой (1,1 мм) чугуновой фибры в литом состоянии и после отжига

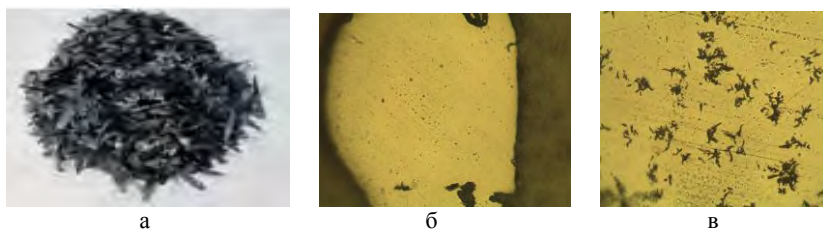


Рисунок 3 – Общий вид (а) и микроструктура (б и в) крупной (3,3 мм) чугунной фибры в литом состоянии и после отжига

Металлографический анализ показал, что литая фибра имеет структуру белого доэвтектического чугуна за счет быстрого охлаждения сплава из жидкого состояния. После отжига фибры в ее структуре появляется компактный хлопьевидный графит, характерный для ковкого чугуна. При этом в зависимости от режима отжига можно получать металлическую основу как в виде феррита, так и перлита (пластинчатого либо зернистого). Это в свою очередь позволяет обеспечивать требуемые свойства фибробетона.

Перспективным направлением использования такого материала являются строительство зданий, взлетно-посадочных полос, автомобильных дорог, военных укреплений, хранилищ ценностей и опасных материалов, химическая и металлургическая промышленность (химически стойкий и теплостойкий бетон).

Ниже приведено описание методики оценки физико-механических и гидрофизических свойств фибробетона.

Водопоглощение и морозостойкость фибробетонного материала определяют на образцах-кубах с ребром 70 мм согласно [2, 3]. Марку по морозостойкости принимают за соответствующую требуемой, если среднее значение прочности на сжатие основных образцов после установленных для данной марки числа циклов переменного замораживания и оттаивания уменьшилось не более чем на 5 % по сравнению со средней прочностью на сжатие контрольных образцов.

Предел прочности при изгибе и трещиностойкость определяют согласно [4] на образцах балочках размерами 70×70×280 мм.

Водонепроницаемость фибробетона определяют согласно [5] на образцах диаметром 150 мм и толщиной 30 мм.

Для проведения испытания ударной прочности изготавливаются три образца цилиндрической формы диаметром и высотой, равными (25 ± 1) мм [6].

Образец устанавливают на опору и прижимают по центру устройством со сферической поверхностью. Стальной груз опускают с высоты 1 см. Последующие удары производят, увеличивая высоту падения груза на 1 см до появления видимых трещин или до разрушения образца.

Ударную прочность $R_{уд}$, Дж/см³, вычисляют с точностью до 0,1 Дж/см² по формуле:

$$R_{уд} = W/V, \quad (1)$$

где V – объем образца, см³; W – работа, затраченная на разрушение образца, Дж, вычисляемая по формуле:

$$W = (h_1 + h_2 + \dots + h_{n-1})mg, \quad (2)$$

здесь n – количество ударов до момента разрушения образца; m – масса стального груза, Н; h – высота падения груза, м; g – ускорение свободного падения.

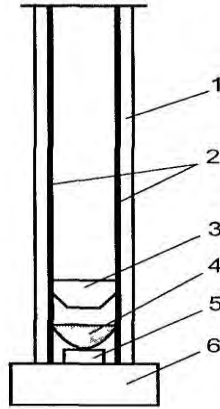
За величину ударной прочности принимают среднее арифметическое значение результатов испытаний трех образцов.

Для проведения исследований материала из фибробетона на предел прочности при изгибе используют разрывную машину ФР–100/1.

Для проведения исследований морозостойкости используют климатическую камеру, обеспечивающую достижение и поддержание температуры до минус 18 ± 2 °С, а также ванну для оттаивания образцов фибробетона, оборудованную устройством для поддержания температуры раствора хлористого натрия в пределах 18 ± 2 °С.

Схема испытательной установки для определения ударной прочности представлена на рисунке 4.

Средства измерения и испытательное оборудование, применяемое при испытании материала из фибробетона, аттестованы по СТБ 8004 и ГОСТ 24555.



1 – корпус; 2 – направляющие цилиндрические штанги;
 3 – стальной груз; 4 – устройство со сферической поверхностью;
 5 – образец; 6 – металлическая опора

Рисунок 4 – Схема испытательной установки для определения ударной прочности

Литература

1. Получение литой стальной фибры для армирования бетонных конструкций в лабораторных условиях / В.А. Шейнерт [и др.] // *Металлургия: Республ. межведом. сб. науч. тр.* – Минск: БНТУ, 2016. – Вып. 37. – С. 132–135.

2. Бетоны. Метод определения водопоглощения: ГОСТ 12730.3–78. – Введ. 01.01.1980. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 4 с.

3. Бетоны. Ускоренные методы определения морозостойкости при многократном замораживании и оттаивании: ГОСТ 10060.2-95. – Введ. 01.09.1996. – М.: МНТКС. – 31 с.

4. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам: ГОСТ 10180-90. – Введ. 01.01.1991. – М.: Стандартиформ, 2006. – 31 с.

5. Бетоны. Методы определения водонепроницаемости: ГОСТ 12730.5-84. – Введ. 01.07.1985. – М.: Стандартиформ, 2007. – 11 с.

6. Композиции полимерминеральные для устройства пола. Технические условия: СТБ 1496-2004. – Введ. 01.08.2013. – 17 с.