

УДК 681.5:691.322

**КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ СТРУКТУРЫ
КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА СО СТОХАСТИЧЕСКИМ
РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Тихоненкова Т.Г.

В настоящее время существует теория, методология и программное обеспечение для компьютерного построения моделей композитных материалов со стохастическим распределением структурообразующего композитного элемента, представляющего собой сферы различных диаметров [1]. Для выполнения моделирования таких композитных материалов необходимо изучение гранулометрического состава структурообразующих элементов. Подобная ситуация в практике имеет место, например, для распределения каменного дробленого материала или гравия, используемого в качестве крупного заполнителя при приготовлении бетонных смесей. На основе таких компьютерных моделей возможно выполнение исследования основных структурных параметров композитного материала и исследования как структурно-чувствительных, так и структурно-зависимых их характеристик, в том числе при проектировании композитов с необходимыми, т.е. предварительно задаваемыми, эксплуатационными характеристиками.

Решение обратной задачи, т.е. определение и прогнозирование таких же параметров и характеристик композитных материалов по имеющемуся на практике фракционным составом крупного заполнителя, предназначенного для приготовления бетонных смесей, затруднено. Это связано с тем, что информации о реальном фракционном составе крупного заполнителя и достаточной для компьютерного моделирования структуры бетона для этой цели недостаточно.

Реально на практике в бетоносмесительное отделение бетонных заводов и заводов железобетонных изделий крупный заполнитель подается с недостаточной информацией о его фракционном составе. Все осложняется тем, что в течение времени этот состав не является постоянным. Определение такого путем отбора проб [2] не соответствует требованиям автоматизации технологических процессов приготовления товарного бетона и изготовления железобетонных изделий и конструкций. Для автоматического контроля и управления этим технологическим процессом в строительной промышленности предлагается использовать автоматический гранулометр, выполняющий просвечивание импульсным источником света слой дробленого каменного материала, перемещаемого на ленте транспортера специального устройства – гранулометра [3]. На этот транспортер-гранулометр предполагается осуществлять сброс потока каменного материала с основного транспортера, подающего каменный материал в бетонно-смесительное производство с помощью специального отсекателя части потока на рабочем транспортере подачи крупного заполнителя в бетонно-

смесительном отделении. Структурная схема такого гранулометра представлена на рисунке 1.

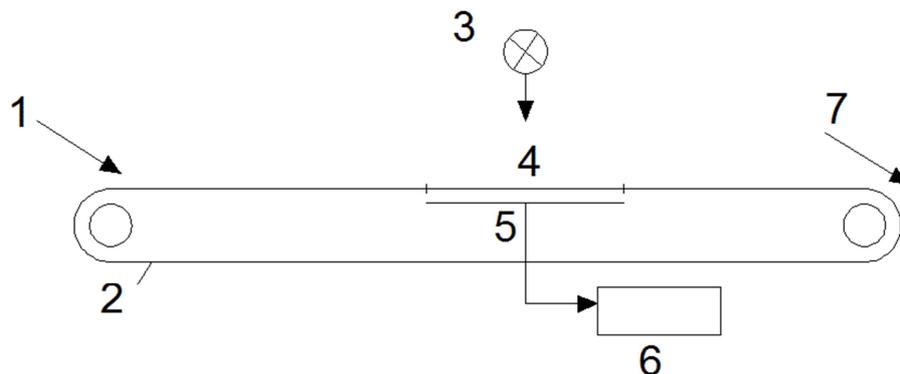


Рисунок 1 - Структурная схема гранулометра крупного заполнителя для бетонной смеси с использованием потока излучения светового диапазона

Определение фракционного состава крупного заполнителя, предназначенного для приготовления бетонной смеси производится следующим образом. Поток каменного материала (1) подается из расходных бункеров на ленточный транспортер (2). Специально сформированный разряженный поток каменного материала (4) на ленте транспортера гранулометра проходит между источником света (3) и находящимся ниже ленты специальным регистрирующим устройством (5), производящим просвечивание слоя крупного заполнителя. Источник света работает в импульсном режиме и расположен над прозрачной для видимого света лентой транспортера. Регистрирующее устройство отображает расположение обратной к источнику света проекции – тени, создаваемые контрастными для света элементами каменного материала с последующей обработкой, получаемой информации. Затем материал перемещается далее для доведения его до необходимого фракционного состава (7). Обработка информации о гранулометрическом составе происходит в блоке (6) следующим образом.

Информация о размерах проекций каменного материала в потоке на ленте гранулометра формируется на оптическом элементе носителя как на фотографии или негативе в виде пятен.

Путем оптического сканирования определяется площадь проекций элементов – срабатывание (включение) сканера.

Площади сортируются на несколько групп по размерам и оформляются как гистограммы. Число элементов гистограмм условно возьмем 10.

Производится измерение по разным направлениям сечений размеров проекций камней – принимаем ~10.

Определяется средний размер из 10 измерений.

Определяется объем шаров с диаграмм равным размеру среднего из п.5

Строится гистограмму объемов шаров с разбиением на 10 групп.

Считая из экспериментальных данных, что реальный объем многогранника, вписанного в сферу, у которой диаметр равен размеру из п.б, рассчитывается массы элементов заполнителей по средним размерам в каждой группе колонки гистограммы.

По п.7 считая п.8 определяются массы каменного материала в каждой фракции.

В результате обработки информации, полученной при просвечивании разряженного слоя материала, находящегося на прозрачной для света ленте транспортера гранулометра мы получаем в виде гистограмм распределения крупного заполнителя по фронтам, что и является исходными данными для создания компьютерных моделей получаемых с использованием крупного заполнителя композита – бетона. Далее, после исследований с помощью компьютерного моделирования структурных, структурно-чувствительных и структурно-зависимых характеристик бетона определяется его соответствие имеющимся техническим условиям. В случае несоответствия таковым в продолжение компьютерного моделирования вышеназванных свойств бетона выполняется расчет поправок для коррекции фракционного состава используемого крупного заполнителя, и выдаются управляющие воздействия на срабатывание дополнительных дозаторов, вводящих в рабочий поток подачу крупного заполнителя в бетоносмесительные процедуры.

С помощью моделей неоднородных структур можно решать следующие задачи. Задаваясь различными свойствами элементов структуры, изучать свойства различных композиционных материалов с одинаковой структурой на одних и тех же моделях и прогнозировать свойства разрабатываемых неоднородных материалов с зернистой структурой, а так же изучать взаимодействие включений с элементами структуры.

Таким образом, приведенный метод моделирования позволяет получать модели структур с различными видами элементов и различными распределениями элементов по размерам.

Список информационных источников

- [1] Компьютерное материаловедение строительных композитных материалов: учеб. пособие/ Ю.М.Баженов, В.А.Воробьев, А.В.Илюхин и др.– М.: Изд-во Рос. инженер. акад., 2006. – 256 с.
- [2] Баженов Ю.М. Технология бетона: учебник.– М.: Изд-во АСВ,2011. –528 с.
- [3] Воробьев В.А., Тихоненкова Т.Г. Автоматизация управления процессом формирования фракционного состава крупного заполнителя бетона с использованием гранулометров //Вестник МАДИ. – 2012. – Выпуск 2 (29).