

УДК:666.972

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОДНОРОДНОСТИ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Адылходжаев А.И., д.т.н., профессор,

Цой В.М., к.т.н., доцент

К числу важных факторов, влияющих в конечном итоге на прочность и долговечность проектируемых бетонов, относится однородность бетонной смеси.

На однородность бетонной смеси влияет с одной стороны – соотношение между вяжущими и заполнителями, форма зерен мелкого и крупного заполнителей, их удельная поверхность, водоцементное отношение, с другой – длительность и характер переманивания, методы транспортирования, укладки.

В технологии бетона решение задач равномерного распределения составляющих бетонной смеси в ее объеме реализуется различными путями: совершенствованием технологии перемешивания смесительными механизмами различных конструкций, увеличением времени перемешивания, корректированием водоцементного отношения, введением химических добавок различной природы.

Для оценки однородности бетонных смесей в разное время было предложено много методов. Анализ выполненных работ показывает, что в большинстве случаев предлагаемые методики (технологии) весьма трудоемки и не в полной мере описывают объективную картину состояния бетонной смеси с позиций однородности.

Наиболее распространенным в производственных условиях методом анализа однородности смеси следует считать прямые определения содержания ее составляющих путем промывки отобранных и предварительно взвешенных проб бетонной смеси на сите с отверстиями 5 мм и взвешивании остатков. Смесь считается однородной при разности содержания крупного заполнителя в двух пробах в пределах 5-6% среднего содержания.

Особая группа методов предусматривает определение однородности смеси по содержанию в отобранных пробах специально вводимых в смеситель дополнительных контрастирующих веществ – цветных стеклянных шариков, высевок цветного камня и т.д.

По мнению [1] простейшим способом анализа однородности свежеприготовленной бетонной смеси является определение рассеивания величин ее подвижности и плотности. Методикой определены критерии размаха колебаний подвижности по трем пробам, отобранным из начала, середины и конца замесов. Смесь считается однородной если разница в определениях 1 см при осадке стандартного конуса до 5 см, 2 см при осадке 6-12 см и 3 см при осадке конуса более 13 см.

Ряд методик анализа однородности разработаны специально для определения содержания цемента в пробах бетонной смеси. К примеру один из них заключается в промывке пробы через сит №008, с последующим разбавлением дефлокулированной суспензии точно отмеренным количеством воды и определении плотности разбавленной суспензии ареометром. Содержание цемента определяется по тарировочной кривой.

Интересным можно считать люминисцентный и изотопный методы анализа однородности. По первому – один или несколько компонентов смеси в определенном соотношении окрашиваются люмогенами и вводятся в смесь с остальной массой. Равномерность распределения люмогена в смеси предлагается принять за оценку однородности смеси. По второму – вычислением вариации радиоактивности в 20-40 пробах смеси, содержащей какой либо из изотопов (Na²⁴, C¹⁴, S³⁵, Ca⁴⁵, Co⁶⁰).

Проведенный краткий анализ методов контроля однородности бетонной смеси показывает, что предлагаемые разработки весьма трудоемки (точность эксперимента зависит от количества исследуемых проб) и не позволяют судить о фактическом распределении компо-

нентов бетонной смеси как в локальном объеме, так и в большом массиве смеси. Также они не позволяют получить необходимую точность измерений.

Оригинальным способом определения однородности бетонной смеси следует принять разработку [2]. Определения производятся посредством расположенных в различных точках смесителя датчиков, с помощью которых измеряют амплитуды электропроводности и магнитной проницаемости, сравнивают и вычисляют по ним коэффициент вариации однородности.

Заданная однородность смеси достигается если за определенный интервал времени (в течении 10с) амплитуда 10 колебаний абсолютных величин сигналов поступающих со всех датчиков не отличается существенно между собой и не превышают некоторого заданного интервала, который выбирается в зависимости от требуемого качества смеси.

Большая группа методов анализа однородности смеси основана на прямых определениях содержания в смеси ее составляющих отбором проб из смесительного механизма. Наиболее простым из них является метод сравнения однородности распределения крупного заполнителя в пробах. Техника метода чрезвычайно проста и заключается в промывке отобранных и предварительно взвешенных проб смеси на сите с отверстиями 5 мм и взвешивании остатков. Предлагаемая методика позволяет в процессах приготовления смеси производить по превышению допуска по разбросу содержания крупного заполнителя об оптимальности времени перемешивания с одной стороны. С другой- что малая вариация плотности растворной части смеси из замеса говорит о достаточно хорошем перемешивании и как следствие равномерном распределении составляющих по всему объему.

Известно устройство для контроля качества строительных материалов, содержащее акустический волновод, на верхнем торце которого неподвижно установлен возбудитель колебаний, выполненный в виде крыльчатки. На другом конце волновода установлен приемник колебаний, соединенный со стрелочным индикатором с возможностью перемещения вдоль волновода и имеющий с ним точечный контакт, крепежный механизм, генератор и частотомер [3].

К недостаткам такого устройства следует отнести то, что оно имеет низкую точность измерения, вследствие значительной зависимости резонансной частоты и амплитуды принимаемого сигнала, величины акустического сопротивления материала от условия соприкосновения волновода с исследуемым материалом. К недостаткам также можно отнести и неудобство в работе, вызванное необходимостью перемещения металлической рамы с приемником колебаний, невозможность в требуемый промежуток времени сохранения постоянства условий контактирования сапфировой иглы с поверхностью волновода.

Кроме того, все определяемые характеристики с помощью данного устройства производятся на поверхности исследуемого материала, что не позволяет с достаточной достоверностью оценивать свойства материала по глубине.

Известно также устройство, содержащее ультразвуковой преобразователь, волновод, на торцевой поверхности которого установлен преобразователь, генератор электрических импульсов, соединенный с преобразователем, второй ультразвуковой преобразователь, установленный на противоположной поверхности волновода, соединенный с усилителем и индикатором [4].

Недостатком этого устройства является то, что предлагаемая конструкция его волновода не позволяет производить точного определения однородности материала по глубине. Для измерения однородности с помощью данного устройства необходимо весь волновод каждый раз внедрять и фиксировать в определенном исследуемом пространстве материала, что приводит к значительному увеличению продолжительности исследований и трудоемкости работ.

Для устранения указанных выше недостатков предложено устройство [5] для определения степени однородности смеси содержащее первый ультразвуковой преобразователь, установленный на выполненном в виде полого цилиндра волноводе, вторая торцевая поверхность которого заглушена и внутри него коаксиально и подвижно установлен поршень со штоком; второй ультразвуковой преобразователь, закрепленный на поршне и имеющий акустический контакт с цилиндром; генератор электрических импульсов, связанный электрически с первым ультразвуковым преобразователем, усилителем и индикатором, электрически связанный со вторым ультразвуковым преобразователем. Причем длина волновода выбрана из условия

$$l = \lambda \cdot n$$

Где l длина волновода;

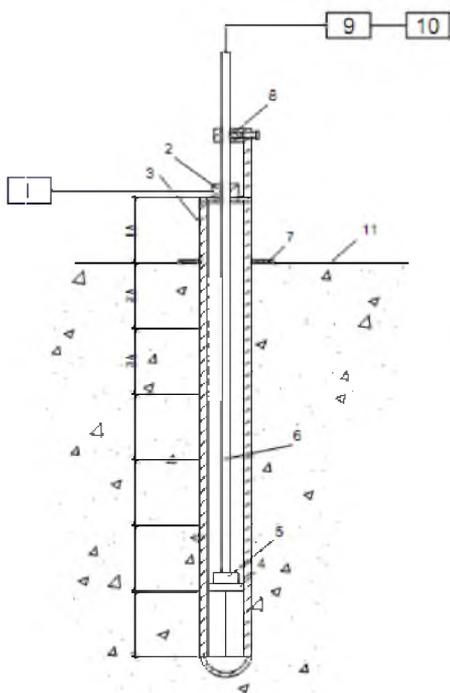
λ длина возбуждаемых колебаний в волноводе;

n целое число.

Толщина стенок цилиндра должна обеспечивать их устойчивость с целью избежания деформации волновода при эксплуатации. В качестве материала для изготовления волновода лучше применять нержавеющую сталь, например, марки Х14Г4Н. Внутренний диаметр волновода регламентируется диаметром устанавливаемого в нем преобразователя.

На фиг. 1 представлена блок-схема устройства для определения степени однородности смеси; на фиг. 2 и 3 - вид фиксирующего устройства и поршня соответственно; на фиг. 4 - графическая зависимость, позволяющая определять величину амплитуды на приемнике колебаний.

Устройство для определения степени однородности смеси (фиг. 1) содержит генератор 1 электрических импульсов, первый ультразвуковой преобразователь 2, полый цилиндрический волновод 3, одна торцовая поверхность которого заглушена, поршень 4, второй ультразвуковой преобразователь 5, шток 6, соединенный с поршнем 4, но не имеющий акустического контакта с первым ультразвуковым преобразователем 2, ограничитель глубины погружения в виде диска 7, расположенного в узловой точке волновода 3, устройства фиксации штока 8, усилителя 9 и индикатора 10.



Фиг. 1

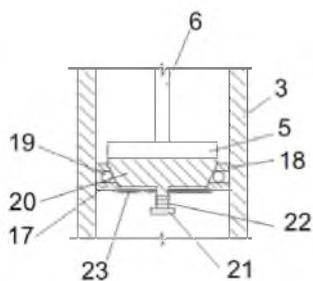
Устройство работает следующим образом. Волновод 3 с расположенными на нем первым 2 и вторым 5 преобразователями устанавливается в исследуемую смесь 11 до ограничителя глубины погружения волновода 3. В волноводе, помещенном в исследуемую смесь, с помощью первого ультразвукового преобразователя 2 и генератора электрических импульсов 1 возбуждают упругие продольные колебания. При исходном положении поршня 4 со штоком 6 с помощью второго преобразователя 5 эти колебания фиксируются и подаются на усилитель 9 и индикатор 10.

Затем посредством штока 6, имеющего устройство фиксации 8, поршень 4 вместе с укрепленным на нем вторым преобразователем 5 устанавливается в другое фиксированное положение, при котором также снимаются показания индикатора и т.д. Расстояние между двумя соседними фиксированными положениями поршня 4 равно λ - ине волны ультразвуковых колебаний в материале волновода.

Фиксация штока производится специальным шариковым фиксатором (фиг. 2), взаимодействующим с углублениями 12, расположенными на расстоянии, равном длине волны. Фиксатор состоит из шарика 13, пружины 14, винта 15, кронштейна 16. Выбор расстояния фиксации обусловлен необходимостью соблюдения

условия регистрации колебаний по амплитуде, так как только при этом условии все точки, находящиеся в местах фиксации, будут колебаться в одной фазе.

Для обеспечения надежного и постоянного акустического контакта поршня 4 с волноводом 3 поршень выполнен в виде кольца 17 с конусной внутренней частью и тремя радиальными отверстиями 18 для шариков 19 (фиг. 3). Необходимое давление на шарик с целью обеспечения требуемого акустического контакта осуществляется посредством усеченного конусного вкладыша 20, подъем и опускание которого производятся с помощью винта 21 через пружину 22 и шайбу 23.

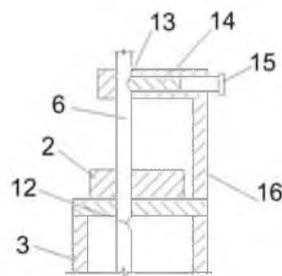


Фиг. 3

По полученным данным строится зависимость, отражающая изменение амплитуды на приемнике колебаний 5 от его положения, выраженного расстоянием от излучателя 2 в длинах волн 1λ 2λ ... и т.д. (фиг. 4). Так, зависимость, выраженная в виде прямой "а" соответствует амплитудам колебаний ненагруженного волновода, прямая "б" - максимальной однородности смеси, ломаная линия "в" показывает участки смеси с разной однородностью по глубине.

Сравнивая значения показателей на индикаторе при разных положениях второго ультразвукового преобразователя, можно судить о степени однородности смеси по глубине.

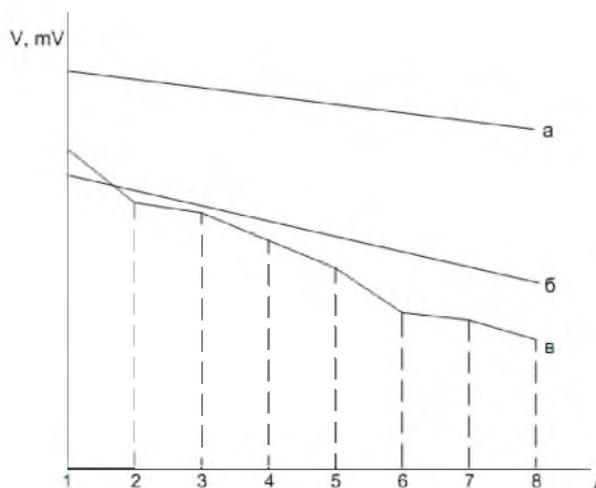
Использование предлагаемого устройства позволит определять степень однородности смеси по глубине и прогнозировать дальнейшие свойства материалов из таких смесей достаточно объективно и по сравнению с приведенными выше методами и приборами сравнительно быстро.



Фиг. 2

Расположение ограничителя глубины погружения волновода 7 в узловой точке обусловлено свойствами этой точки: амплитуда колебаний в ней минимальна, что исключает влияние ограничителя на режим колебаний волновода и не искажает точности результатов исследований.

В результате того, что любая смесь имеет неоднородность состава, неравномерность уплотнения по глубине, она с различным усилием воздействует на стенки волновода и в результате амплитуда колебаний на резонансной частоте изменяется в зависимости от местонахождения неоднородности.



Фиг. 4

Литература

1. Ваганов А.И. Керамзитобетон – М. Стройиздат, 1976.
2. А.с. 1357242 СССР, МПК G 01 N 29/00. Определение влагосодержания в бетонной смеси в процессе ее приготовления и транспортирования [Текст] / Ушаков Б.И., Бау М.М. (СССР). – 3741757/29-33; заявлено 18.05.84; опубл. 07.12.87, Бюл. 45.
3. А.с. 1339442 СССР, МПК G 01 N 29/00. Устройство для для контроля качества строительных материалов [Текст] / Некрасов В.К., Хоботов В.Г. (СССР). – 4055222/25-28; заявлено 16.04.86; опубл. 23.09.87, Бюл. 35.
4. А.с. 1516948 СССР, МПК G 01 N 29/00. Устройство для определения механических свойств твердых тел [Текст] / Шемякин Е.И., Курленя М.В., Ткач Х.Б., Трубицин В.В и Опарин В.Н. (СССР). – 3378221/25-28; заявлено 05.01.82; опубл. 23.10.89, Бюл. 39. – С. 61-63.
5. Пат. 2025726 Российская Федерация, МПК 5 G 01 N 29/00. Устройство для определеления степени однородности [Текст] / Адылходжаев А. И., Соломатов В.И., Бек- Булатов А.И., Салихов Б. заявитель и патентообладатель Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта. - № 5013196/28; заявл. 15.07.91; опубл. 30.12.94, Бюл. № 24.