

# Водопоглощения. ФОРМА ЗЕРЕН ЗАПОЛНИТЕЛЯ И ИХ ВЗАИМНАЯ УКЛАДКА. ЗЕРНОВОЙ СОСТАВ ЗАПОЛНИТЕЛЯ.

ПОДГОТОВИЛ: ДАУЛЕТБЕК СЕРИКЖАН; СТУДЕНТ ПСМИК 15-1

ПРОВЕРИЛА: БАЙСАРИЕВА А.М.

# Определение пористости и водопоглощения бетона

- ▶ Общую пористость бетона в % рассчитывают по ГОСТ 12730.4 по значениям плотности и средней плотности бетона. Средняя плотность бетона определяется как отношение массы образца в сухом состоянии к его объему, который для образцов правильной формы определяется по геометрическим размерам, а для образцов неправильной формы ? в водонасыщенном состоянии по объему вытесненной жидкости.
- ▶ ГОСТ 12730.4-78 устанавливает требования на методы определения показателей пористости бетонной смеси, используемой во всех видах строительства. Показатели пористости бетона с помощью математических расчетов определяют по данным результатов испытаний образцов бетона на плотность (ГОСТ 12730.1), водопоглощение (ГОСТ 12730.3), сорбционную влажность (ГОСТ 12852.6). ГОСТ 12730.4-78 введен в действие 01.01.80г.

- ▶ Для определения водопоглощения бетона определяют массу образцов до и после водонасыщения, которое продолжается до тех пор, пока прирост массы за одни сутки не станет менее 0,1 % от первоначальной массы. Водонасыщение бетона может осуществляться кипячением в течение 4 часов образцов в воде, слой которой выше их поверхности не менее чем на 5 см.
- ▶ Водопоглощение — свойство материала поглощать и удерживать воду при непосредственном с ней соприкосновении. Количество поглощенной образцом материала воды, отнесенное к его массе в сухом состоянии, называют водопоглощением по массе, а отнесенные к его объему — водопоглощением по объему.

- ▶ Для оперативного контроля влажности преимущественно сыпучих материалов (например, заполнителей для бетона — песка, щебня) применяют диэлькометрический и нейтронный методы. Диэлько-метрический метод измерения основан на зависимости между влажностью и диэлектрической проницаемостью материала. В нейтронном методе используется связь влажности и степени замедления быстрых нейтронов, проходящих через материал. Водопоглощение по объему отражает степень заполнения пор материала водой. Так как вода проникает не во все замкнутые поры и не удерживается в открытых пустотах, объемное водопоглощение меньше истинной пористости.

- ▶ Водопоглощение серии образцов бетона определяют как среднее арифметическое двух определений. Величина водопоглощения по объему характеризует открытую капиллярную пористость бетона.
- ▶ Открытая некапиллярная пористость бетона определяется на тех же образцах. После насыщения в воде бетонные образцы устанавливают на 10 минут на решетке и с помощью объемомера определяют объем вытесненной воды.
- ▶ Сорбционную влажность бетонных образцов определяют измерением приращения массы бетона за счет поглощения паров воды из воздуха. Высушенные до постоянной массы образцы массой 100...150 г раскалывают на 3...4 кусочка и в стаканчике помещают в эксикатор над водой при относительной влажности воздуха 98%. Взвешивание ведут не реже 1 раза в неделю до постоянства массы образцов.
- ▶ По величине сорбционной влажности рассчитывается показатель микропористости капиллярных пор.

# ФОРМА ЗЕРЕН ЗАПОЛНИТЕЛЯ И ИХ ВЗАИМНАЯ УКЛАДКА

- ▶ **Насыпная плотность, пустотность и другие характеристики заполнителя в значительной степени определяются формой его зерен.** Впервые это показал наш соотечественник Б. Николаев в работе «Состав растворов и бетонов в зависимости от размеров и формы зерен материалов», вышедшей в 1914 г. Работа эта своим содержанием предвосхитила идеи многих отечественных и зарубежных исследований, в том числе опубликованных в последние годы.
- ▶ В частности, если условно принять, что все зерна одинаковы по форме и размерам, то в принципе возможна различная плотность упаковки зерен в заданном объеме в зависимости от порядка их укладки. Например, шары можно уложить рядами так, чтобы линии, соединяющие их центры, образовали кубы ( 2.1, а). Это будет наименее плотная укладка. Наиболее же плотная соответствует такому взаимному расположению шаров, когда линии, соединяющие их центры, образуют тетраэдры ( 2.1, б). Аналогичным образом можно представить наиболее и наименее плотную укладку зерен другой формы.


- ▶ При наименее плотной укладке шары дают меньшую пустотность, чем другие зерна, а при наиболее плотной — большую. Однако как наиболее, так и наименее плотные схемы укладки могут рассматриваться лишь теоретически, и пустотность будет иметь те или иные промежуточные значения, определяемые степенью уплотнения. В среднем при угловатой форме зерен можно ожидать увеличения пустотности. Это еще в большей степени проявляется, если кроме систем укладки правильных многогранников рассмотреть варианты укладки, например, удлиненных параллелепипедов: при наиболее плотной укладке они, как и кубы, полностью заполняют объем, а при наименее плотной, когда будут взаимно касаться только вершинами, дадут максимальную пустотность и тем большую, чем больше соотношение длины зерен и их толщины.


- ▶ Поскольку зерна заполнителей имеют неправильную форму и поверхность их может быть сильно развитой, стандартный коэффициент формы [см. (2.7)] не вполне ее характеризует. Поэтому иногда пользуются другими коэффициентами.
- ▶ Для характеристики формы зерен заполнителей предложено также понятие «минимального шарового слоя», т. е. слоя, ограниченного вписанной и описанной сферами. Такая характеристика может быть увязана с дополнительным расходом цементирующего вещества в бетоне на «исправление» неправильности формы зерен заполнителя.
- ▶ Имеются и другие предложения по оценке формы зерен условными показателями. Кроме того, в последние годы развивается теория стохастических упаковок зерен заполнителя, основанная на статистических решениях формулируемых задач с помощью ЭВМ.



# ЗЕРНОВОЙ СОСТАВ ЗАПОЛНИТЕЛЯ

- ▶ **Зерновой, или гранулометрический, состав заполнителя отражает содержание в нем зерен разной крупности и определяется просеиванием средней пробы заполнителя через стандартные сита. Набор стандартных сит включает сита с размерами отверстий 0,16; 0,315; 0,63; 1,25; 2,5; 5; 10; 20; 40; 70 мм и др.**

- 
- ▶ Заполнитель в первую очередь характеризуют наименьшей и наибольшей крупностью. Наименьшей крупностью принято считать размер отверстий того из стандартных сит, на котором при просеивании остается не менее 95 % пробы заполнителя (по массе), т. е. сквозь которое пройдет не более 5 %. Наибольшей крупностью /),,,аиб считают размер отверстий того сита, сквозь которое проходит не менее 95 % пробы заполнителя, а остается менее 5 %.


- 
- ▶ Заполнитель называют однофракционным, если наименьшая и наибольшая крупность его зерен близки и представляют собой размеры отверстий смежных сит стандартного набора: 5... 10, 10... 20, 20... 40 мм и т. д. Заполнитель крупностью, например, 5 ... 20 мм представляет собой смесь двух фракций.
  - ▶ Стандартами допускаются и в некоторых случаях эффективно применяются более узкие фракции заполнителей, например 10 ... 15 или 15 ... 20 мм.

- ▶ Пустотность заполнителя при смешении различных его фракций, как правило, уменьшается, так как относительно мелкие зерна могут разместиться в промежутках между более крупными и, таким образом, более компактно заполнить объем. Поэтому очень большое значение для смесей заполнителей имеет их зерновой состав.
- ▶ Зерновой состав называется непрерывным, если при последовательном просеивании пробы заполнителя через стандартный набор сит (от сита с отверстиями /)Наиб до сита с отверстиями DKZHfA) получают остатки на всех ситах, т. е. если в смеси заполнителя имеются зерна всех фракций от DKZKW до /)наиб.



- ▶ Если же какие-либо промежуточные фракции отсутствуют, то зерновой состав называют прерывистым. Пример прерывистого зернового состава — смесь фракций щебня или гравия крупностью 5 ... 10 и 20 ... 40 мм (отсутствует промежуточная фракция 10 ...20 мм).
- ▶ В упомянутой работе Б. Николаева впервые было показано преимущество заполнителя прерывистого зернового состава и обоснованы рекомендации по подбору оптимальных смесей заполнителя с минимальной пустотностью.
- ▶ Представим объем, заполненный одинаковыми шарами. При наиболее плотной укладке шаров пустотность составит около 26 %. Уменьшить пустотность можно, разместив между имеющимися шарами в середине воображаемых тетраэдров (см. 2.1, б) — шары меньших размеров. Если эти добавочные шары будут хоть немного крупнее, чем требуется, то они не уместятся между более крупными шарами основной системы и раздвинут их. В результате пустотность всей системы может увеличиться.

- ▶ Подобрав несколько требуемых размеров, можно последовательным заполнением промежутков между более крупными шарами значительно уменьшить пустотность. Число шаров каждой крупности должно быть строго определенным, поскольку избыток какой-либо фракции может привести к раздвижке системы и увеличению пустотности так же, как описано выше для случая увеличения крупности.
- ▶ Однако такая теоретически возможная картина практически может быть воссоздана лишь при постепенной упорядоченной укладке зерен. Если же все зерна перемешать и засыпать в сосуд определенной вместимости (как это практикуется в технологии бетона), ожидаемая плотность укладки не будет достигнута. Добавочные шары, которые могли бы уместиться между крупными шарами основной системы, не смогут попасть на свои места.

- 
- ▶ Если плотно уложить шары основной системы, то пройти сквозь эту систему и заполнить ее пустоты могут, как рассчитал Б. Николаев, только шары, диаметр которых менее  $0,154$  диаметра шаров основной системы. Иными словами, наиболее плотная смесь двух фракций заполнителя достигается в том случае, если размер зерен одной из них примерно в  $6,5$  раза меньше размера зерен другой. Наличие зерен промежуточных размеров нежелательно.
  - ▶ Заполнители с прерывистым зерновым составом находят ограниченное применение, однако область их использования в технологии бетона расширяется.

