

### 3. Структура бетонной смеси и бетона.

Бетонная смесь представляет собой многокомпонентную систему, состоящую из цемента, воды и заполнителя. Заполнитель, в свою очередь, также является совокупностью мелких и крупных частиц. В ряде случаев в смесь вводят специальные добавки. В процессе ее приготовления часть объема занимает воздух. Таким образом, смесь представляет собой многофазную среду, которая по своим свойствам занимает промежуточное положение между вязкими жидкостями и сыпучими средами.

Свойства смеси зависят от количественного соотношения различных фаз, которые в целом определяют ее структуру.

По количественному состоянию растворной составляющей и заполнителя можно выделить три типа структур бетонной смеси.

В первой структуре зерна крупного заполнителя раздвинуты и не взаимодействуют между собой. Такая структура отличается более высоким содержанием цементного теста, и ее свойства в целом определяются этим компонентом. Это так называемая смесь с плавающим заполнителем, который при транспортировании, укладке и уплотнении смеси может оседать или всплывать, что значительно снижает однородность бетона и его прочностные характеристики.

Во второй структуре цементная прослойка только незначительно раздвигает заполнитель и его зерна перекрывают друг друга — образуется плотная упаковка заполнителя. В отличие от первого типа рассматриваемая структура обладает меньшими подвижностью и текучестью.

Третья структура представляет собой крупнопористую смесь с недостатком цементного теста, зерна заполнителя контактируют друг с другом. В пространстве между частицами имеются воздушные полости.

Анализируя три типа структур, можно сделать вывод, что в первом случае наблюдается избыток цементного теста, в последнем — недостаток. Физико-механические свойства бетона структуры первого типа определяются только свойствами цементного теста, в бетонах структуры второго, а особенно третьего типов заполнители существенно влияют на физико-механические и технологические свойства смеси. Бетоны второй и третьей структур характеризуются меньшим расходом цемента, что снижает их стоимость, но усложняет процесс укладки и получения плотных бетонов.

Структура тяжелых бетонных смесей относится ко второму типу. Эти смеси наиболее экономичны, легко уплотняются, образуя достаточно плотную структуру. Цементное тесто играет роль смазки между частицами заполнителя; при повышении водоцементного отношения свойства смеси приближаются к свойствам вязкой жидкости. Такая смесь хорошо транспортируется и укладывается в дело.

Вода в бетонной смеси находится в двух состояниях: химически связанном и свободном. Химически связанная — это вода, необходимая для процесса твердения (гидратации) цемента, она вступает в реакцию с цементом. Свободная вода в виде тонких пленок обволакивает частицы заполнителя. С увеличением содержания воды повышается подвижность цементного теста, но, как правило, снижаются его связующие свойства.

Первый тип — плотная структура — состоит из сплошной матрицы цементного камня, в которую вкраплены зерна плотного заполнителя, достаточно прочно связанные с цементным камнем. Между зернами заполнителя может быть много прослойки (в которой они находятся как бы в плавающем положении) или немного. В случае, когда прослойка настолько тонка, что зерна контактируют между собой, прочность бетона будет определять ся механическими характеристиками заполнителя и в меньшей степени матрицей цементного камня.

Второй тип состоит также из сплошной матрицы, но в нее вкраплен пористый заполнитель. При этом цементный камень проникает в поры и неровности заполнителя, чем обеспечивается их прочное сцепление, и основную прочность несет матрица, которая служит как бы каркасом в системе.

Третий тип — ячеистая структура, которая представляет собой матрицу с пустотами, причем пустоты замкнуты и не соединяются друг с другом. В зависимости от концентрации пустот и размеров ячеек могут быть крупно- и мелкопористые ячеистые бетоны.

Четвертый тип — зернистая структура — представляет собой совокупность скрепленных между собой зерен твердого материала. Пористость такого материала непрерывна, т. е. воздушные поры сообщаются друг с другом.

Наибольшей прочностью из всех рассмотренных обладают плотные структуры бетона.

Мы рассмотрели так называемые макроструктуры бетонов, г. е. структуры, видимые невооруженным глазом. Определенное влияние на свойства бетона оказывает также микроструктура бетона. Изменяя "минералогический состав вяжущего и условия твердения, можно получать различные микроструктуры цементного камня: ячеистую, зернистую, волокнистую или сотовую.

Микроструктура существенное влияние оказывает на прочность матрицы и в целом бетона. Оценивают ее и рассматривают под микроскопом.