

*Ведищев Кирилл Алексеевич*  
*студент*  
*4 курса, направление «Проектирование*  
*технологических машин и комплексов»*  
*Белгородский государственный технологический*  
*университет им. В.Г. Шухова*  
*Россия, г. Белгород*

*Полторан Ярослав Евгеньевич*  
*студент*  
*4 курса, направление «Проектирование*  
*технологических машин и комплексов»*  
*Белгородский государственный технологический*  
*университет им. В.Г. Шухова*  
*Россия, г. Белгород*

## **ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА И ФАКТОРЫ ВЛИЯЮЩИЕ НА НЕЕ**

***Аннотация:** В статье рассматривается прочность бетона и процесс набора прочности бетона. Также в статье затронуты основные факторы, которые влияют на прочность и качество бетона в целом.*

***Ключевые слова:** бетон, прочность бетона, схватывание, твердение, заполнитель.*

***Annotation:** The article discusses the strength of concrete and the process of set the strength of concrete. The article also covers the main factors that affect the strength and quality of concrete in general.*

***Key words:** concrete, concrete strength, setting, hardening, aggregate.*

Бетоны – искусственный камневидный строительный материал, получаемый в результате формования и твердения рационально подобранной и уплотненной бетонной смеси [1].

Прочность бетона – это его способность выдерживать внутренние напряжения под действием внешних нагрузок.

Многие факторы влияют на скорость, с которой прочность бетона увеличивается после смешивания. Некоторые из них будут рассмотрены ниже.

Итак, суть бетонирования состоит в наборе прочности бетоном. Сам же процесс набора прочности делится на две главные стадии, это - схватывание бетона и твердение бетона. Для начала необходимо определиться с этой парой определений, которые часто путают между собой:

Схватывание - это процесс структурообразования бетона и приобретение прочностных качеств, после его укладки [2]. Схватывание происходит в начальное время существования бетона. Самое интересное, что время, за которое бетон будет подвержен данному процессу, напрямую зависит от температуры окружающей среды. Причём, чем выше температура воздуха - тем быстрее произойдёт схватывание бетонной смеси. Если температура держится в пределах 20 градусов, то схватывание начнётся уже спустя 2 часа после создания смеси, и продлится 1 час. В случае же, если температура держится в пределах 0 градусов, то схватывание может длиться до 20 часов и начнётся спустя 6-10 часов после замешивания смеси. В определённых условиях можно добиться схватывания за очень короткое время (пару десятков минут), однако для этого понадобятся специальные высокотермальные камеры.

Твердение - это процесс роста прочности, который может продолжаться годами после того, как бетон смешан и уложен. Данный процесс начинается сразу же после процесса схватывания. По регламенту необходимая прочность, при которой бетон может быть использован в дальнейших работах, приобретается через 28 суток, после процесса схватывания [1].

### **Факторы, влияющие на прочность бетона**

На самом деле, существует большое количество факторов, которые влияют на прочность бетоны, здесь будут рассмотрены наиболее важные из них:

### 1. Пористость бетона:

Поры – это пустоты в бетоне, которые могут быть заполнены воздухом или водой. Воздушные пустоты являются очевидным и легко видимым примером пор в бетоне. Наличие воздушных пустот в бетоне значительно снижает его прочность. Приблизительно 5% воздушных пустот могут снизить прочность на 30-40%.

2. Водоцементное отношение (соотношение «вода / цемент» или «В / Ц»): Оно определяется как масса воды, деленная на массу цемента в смеси. Влияние на прочность водоцементного соотношения объясняется следующим. Цемент при твердении химически связывает 20...25% воды от собственной массы, а чтобы обеспечить необходимую подвижность бетонной смеси, приходится брать 40...80% воды от массы цемента. После набора прочности в массиве бетона остаются мелкие поры, не оказывающие ощутимого влияния на свойства бетона. Естественно, чем больше будет свободной воды, тем больше останется пор в цементном камне, уменьшится его прочность. Морозостойкость также будет снижена, ибо вода, попавшая в поры, при замерзании своим расширением начнет разрушать структуру цементного камня изнутри. Обычно «В / Ц» берут в соотношении от 0,45 до 0,60 [2].

### 3. Уплотнение бетона:

Уплотнение бетона увеличивает плотность бетона, в результате этого процесса воздушные пустоты удаляются из свежесытого бетона, что делает бетон компактным и плотным.

### 4. Качество сырья:

Основными ингредиентами бетона являются цемент, песок, заполнитель и вода. Качество каждого материала влияет на прочность бетона. Поэтому все материалы должны соответствовать стандартным критериям для использования в бетоне.

### 5. Форма заполнителя:

Существует множество различных форм заполнителей, которые по-разному влияют на качество бетона. Например, закругленные заполнители создают проблему отсутствия связи между цементной пастой и заполнителем. Угловатые заполнители проявляют лучший эффект сцепления в бетоне, но угловой агрегат содержит большее количество пустот. Лучший эффект дает заполнитель с кубической формой.

#### 6. Максимальный размер заполнителя:

Заполнители большего размера дают меньшую прочность, потому что они уменьшают пространство для развития гелевой связи, возникающей в результате гидратации. Также большой размер заполнителя делает бетон неоднородным, в результате чего бетон не будет равномерно распределять нагрузку по своему объему [3].

#### 7. Гранулометрический состав заполнителя:

Классификация заполнителя определяет его гранулометрический состав. Это важный фактор для бетонной смеси. Хорошо сортированный заполнитель содержит в себе частицы необходимого размера, которые обеспечивают заданные параметры бетона [3].

#### 8. Погодные условия:

Погодные условия также влияют на прочность бетона по разным причинам. В холодном климате наружный бетон подвергается многократному замораживанию и оттаиванию из-за внезапного изменения погоды. А также из-за изменения влажности материалы расширяются и сжимаются. Это все приводит к износу бетона

#### 9. Температура:

При определенной степени повышения температуры в нем увеличивается скорость процесса гидратации, которая быстро набирает силу. Внезапные изменения температуры создают температурный градиент, который вызывает

растрескивание и отслаивание бетона. Таким образом, конечная прочность бетона ниже при очень высокой температуре.

#### 10. Скорость приложения нагрузки:

Прочность бетона увеличивается с увеличением скорости нагружения, поскольку при высоких скоростях нагружения время ползучести уменьшается. Ползучесть вызывает постоянную деформацию в конструкции при постоянной нагрузке, поэтому очень важно снизить ее влияние.

#### 11. Возраст бетона:

С увеличением возраста бетона степень гидратации будет больше. Процесс гидратации - это химическая реакция воды и цемента. При гидратации образуется гель, который играет важную роль в связывании частиц конкретных компонентов. Следовательно, прочность бетона увеличивается с возрастом. Как правило, прочность бетона удваивается через 11 лет, если нет никаких неблагоприятных факторов.

Знание факторов, влияющих на прочность бетона, во многих отношениях полезно, особенно при проектировании конструкции, выборе материала для бетона, соблюдении мер предосторожности при различных погодных условиях, выборе различных методов бетонирования, улучшении срока службы строительных конструкций, низких эксплуатационных расходах здания после строительства, долговечность и удобство эксплуатации и т. д.

### **ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ:**

1. ГОСТ 26633-2015: Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. – Взамен ГОСТ 26633-2012; введ. 2016 – 09 – 01. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2016. – 11 с.
2. Баженов Ю. М. Технология бетона: Учеб. пособие для технол. спец. строит. вузов. 2-е изд., перераб. – М. : Высш. шк., 1987. – 415 с.

3. Prannoy Suraneni, Paula C. Bran Anleu, Robert J. Flatt. Factors affecting the strength of structural lightweight 3 aggregate concrete with and without fibers 4 in the 1,200–1,600 kg/m<sup>3</sup> density range // Medium 11527, 2015. DOI 10.1617/s11527-015-0529-2