

Влияние полипропиленовой фибры на снижение давления пара в нагреваемом бетоне. Поведение воды

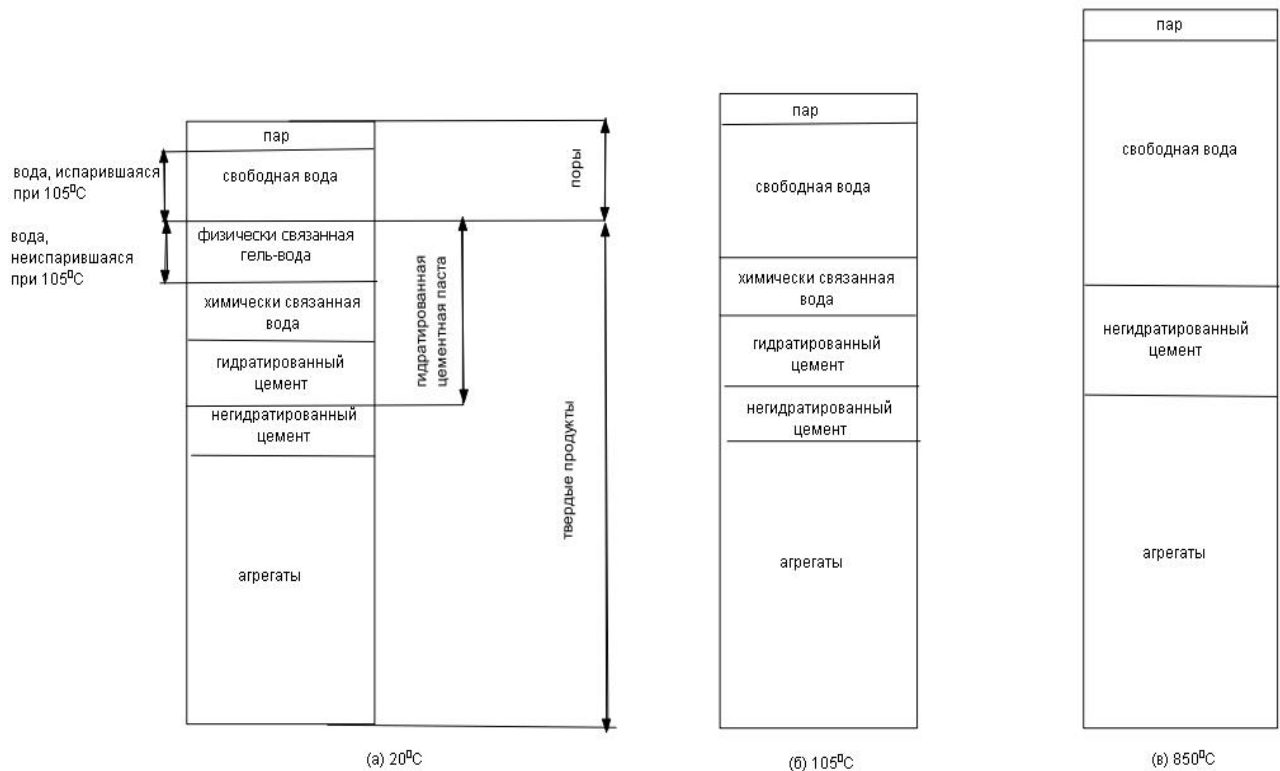
(на основании статей профессора Г.А.Коури, UK)

Полипропиленовая фибра играет важную роль в понижении давления пара с помощью ряда механизмов, которые включают т.н. «объемы»-поры, чтобы вмещать расширенный пар, а также создаваемые ею непрерывные каналы. При давлении пара происходит миграция влаги. Эффективность снижения давления пара зависит не только от характеристик самого полипропилена, но и от размеров фибры. Ключевыми параметрами, которые могут влиять на понижение давления в порах, являются количество фибры, суммарная длина и суммарная площадь поверхности фибры, а также взаимосвязь фибры. Все эти параметры увеличиваются с уменьшением диаметра фибры. Оптимальная длина фибры способствует хорошему ее диспергированию. В данной статье предположения по моделированию поведения фибры в бетоне при огневом воздействии зависели от трансформаций, происходящих при повышении температуры во время пожара. Они разделены на 5 температурных диапазонов: 20-100⁰С, 100-165⁰С, 165-475⁰С, 475-550⁰С и 550⁰С и выше.

Виды разных состояний воды в бетоне

Полипропилен в твердой, расплавленной и газообразной форме сосуществует с водной и газовой формами воды в нагретом бетоне. В данной статье описываются превращения полипропилена, связанные с водой, а твердые фазы бетона и их изменение при повышении температур указаны на рисунке 1. Так как бетон нагревается, то сначала испаряется свободная капиллярная вода, а затем- химически связанная. Вместе они называются испаряющейся водой, которая образуется при 105⁰С при нормальных условиях. Химически связанная вода начинает испаряться при 105⁰С, и процесс завершается, примерно, при 800⁰С. Температура в 105⁰С является границей, которая часто используется для удобства, но она не до конца точная.

Рисунок 1. Виды воды в бетоне, связанные с исходными компонентами и температурами.



Миграция влаги в нагретом бетоне

При кратком рассмотрении типов H_2O , присутствующих в бетоне и влияющих на скорость нагрева, станет ясно, что вклад в давление в нагретом бетоне будет поступать из свободной воды, физически и химически связанной и любого присутствия воздуха в бетоне.

Геометрический эффект нагретого бетона означает, что температура, влага и давление в порах развиваются, как описано схематично на рисунке 4 для негерметичного бетона, нагреваемого с одной стороны.

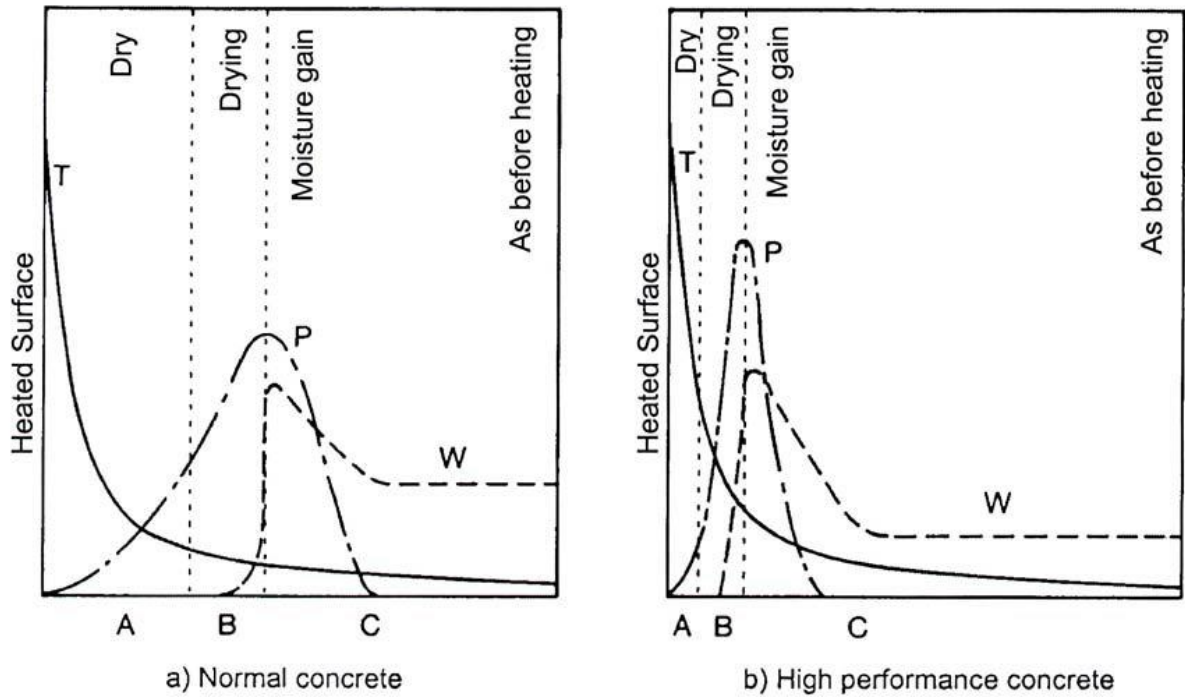


Рисунок 4. Схематическое представление температуры (T), содержания влаги (W) и давления в порах (P) в бетоне, нагреваемого со одной стороны, для бетонов нормальной и высокой прочности.

(А) «Сухая» зона -проявляется близко к нагретой поверхности, где поры бетона содержат перегретый пар, и где нет свободной воды.

(В) «Осушиваемая» зона, где поры частично насыщены (содержат жидкость и пар) под давлением насыщенного пара.

(С) Внутри образца образуется водонасыщенная зона, где поры заполнены водой и могут быть под гидравлическим давлением. Влажностные и температурные условия в этой зоне идеально подходят для образования дополнительных продуктов гидратации в результате возможного понижения проницаемости и потока влаги. Выделение влаги в окружающую среду зависит от реологических свойств в насыщенной зоне.

Миграция влаги зависит от температуры, давления в порах и концентрации влаги. Поток влаги возникает по причине возникшего градиента концентрации влаги и температурного градиента. Аналогично тепловой поток включает в себя поток тепла из-за наличия градиентов температуры и потока тепла в результате движения влаги. Давление в порах увеличивается в процессе нагревания, и зависит от количества воды, присутствующей в порах и температуры. Градиент давления - доминирующий потенциал для

массового потока в нагретом бетоне, представленный законом Дарси. Ключевым фактором, влияющим на миграцию влаги и развития давления в порах, является начальный незаполненный объем свободных пор, как правило, 2-4 %. Объем этих пор:

- позволяет развиваться давлению насыщенного пара (P_{spv}) в частично заполненных водой порах;
- действует как объем для быстрого исходного создания давления воды ;
- предотвращает гидравлические трещины на начальной стадии нагрева.

Скорость потока меняется от точки к точке в бетоне, и является самой высокой в горячих зонах, из которых вода и пар быстро переходят в прохладные области. Низкая скорость потока ассоциируется с прохладными областями и приводит к физической насыщенности пор водой и образованию «застопоривания влаги» и «насыщенной пробки».

Перемещение влаги внутри «насыщенной пробки» регулируется разницей гидравлического давления, созданной давлением насыщенного пара с двух концов насыщенной зоны. Продолжающаяся миграция приводит к удлинению «насыщенной пробки», так как большое количество пара конденсируется перед насыщенной зоной. Со временем, пробка движется к холодной границе, и, если она открыта, вода уходит в окружающую среду путем испарения из крайней части «насыщенной пробки». В тоже время пар продолжает конденсироваться в начальной части пробки. В конечном счете, структура пор везде возвращается к частично насыщенному состоянию, и миграция продолжается, пока вся вода не испарится.