

УДК 691.327.333

**К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ СКОРОСТИ НАБОРА
ПЛАСТИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ПЕНОБЕТОНОМ****М.С. КОРШУНОВА***(Представлено: А.А. ДРАГЕЛЬ)*

Рассмотрены основные добавки, применяемые для ускорения набора пластической прочности пенобетоном. Приведены принцип действия, область применения, дозировка и основные физико-химические свойства данных добавок. Рассмотрена методика определения пластической вязкости, предложенная С.Я. Вейлером, основанная на выдерживании рифлёных пластинок из пенобетонной смеси.

При изготовлении бетонных изделий после перемешивания компонентов и уплотнения смеси в результате физико-химического взаимодействия частиц цемента с водой в течение длительного времени наблюдаются объёмные изменения бетона – расширение или усадка. Этими явлениями стремятся управлять в зависимости от требуемых свойств конечной продукции путём введения добавок.

Технология изготовления пенобетона постоянно совершенствуется, вносятся предложения по использованию новых и эффективных добавок, модернизации технологических процессов, что позволяет повысить уровень и стабильность качества стенового материала. Основная идея исследований заключается в поиске эффективных добавок и способов их введения для модификации пенобетонной смеси с целью уменьшения усадочных деформаций и повышения прочности, водостойкости, паропроницаемости пенобетона, а также для повышения теплозащиты и трещиностойкости ограждающих пенобетонных конструкций.

При выборе цемента для пенобетона, прежде всего надо обратить внимание на те качества, которые сокращают сроки схватывания цементного теста. Чем быстрее схватится пенобетон в форме – тем качественней получится его структура. По некоторым технологиям пенобетона смесь находится в формах по двое-трое суток, но схватываться она должна максимально быстро. Главное – *быстрое схватывание цемента обеспечивает качественную структуру пенобетона*. Объясняется это следующим образом: пористость пенобетону придаёт пенообразователь, стабильность пены – не безгранична, очень хороший пенообразователь сможет выдержать бетонную массу всего лишь несколько часов, затем наступает разрушение пузырьков воздуха и проседание (усадка) пенобетона [1].

Сроки схватывания цемента обозначают время, за которое твердение цементного теста переходит из коагуляционной в кристаллическую фазу и фактор этот не зависит от технологии пенобетона. Коагуляционные процессы начинаются с момента затворения цемента водой и переходят в кристаллизацию по окончании сроков схватывания. Во время коагуляции цемент можно замешивать, транспортировать в формы, разравнивать без ущерба для будущего качества бетона – во время кристаллизации, любое механическое воздействие на цементное тесто приводит к невозвратному разрушению ещё слабой, не набравшей прочности, структуры бетона. Особенно пагубно сказывается нарушение кристаллизационной структуры на прочность цементного камня при производстве пенобетона по любой из технологий. Если пенообразователь уже не может удерживать на своих пузырьках цементную массу, а раствор ещё не схватился и не в состоянии держать отформованный объём самостоятельно, происходит проседание и разрушение кристаллизационной структуры пенобетона.

Эффект применения ускорителей твердения бетона заключается в активации процессов гидратации цемента. Результатом энергичных реакций обмена, вызванных применением ускорителей схватывания, является активное выделение свободной извести и повышение растворимости силикатных составляющих цемента. Увеличение скорости коагуляции коллоидного раствора, посредством применения ускорителей схватывания, приводит к стремительному сближению частиц гидратных новообразований и зёрен цемента [3].

Характер воздействия разных добавок-ускорителей на цементное тесто неодинаков, это даёт возможность достижения необходимого эффекта именно в данном конкретном случае применения бетонного раствора.

Классический ускоритель – хлорид кальция. Его обычно добавляют 1-2% от массы цемента в растворе. Главная проблема, связанная с его применением, что в отличие от обычных бетонов, в пенобетоне одна из составляющих – пенообразователь, должна поддерживать форму пузырьков в течение нескольких часов. Хлористый кальций реагирует с пенообразователем и поэтому возможна большая усадка [4].

В процессе исследования рынка, было выяснено, что на данный момент есть только несколько ускорителей твердения, разработанных специально для пенобетона. Рассмотрим некоторые из них.

Один из ускорителей выпускается 2-х типов и, соответственно, называется Простон-Д18 и Простон-Д19. Они позволяют производить пенобетон при температуре до 5 градусов и ускоряют процесс первичного схватывания примерно в 3 раза, и последующего твердения примерно на 50%.

Применение:

- при производстве пенобетона для ускоренного схватывания и более полной реакции за короткий срок, что позволяет значительно уменьшить усадку;

- при производстве любых бетонов (пенобетонов) при низких (менее +10 °С) температурах. Особенно незаменим, когда после дневной заливки бетона (пенобетона) температура в ночное время может опускаться ниже нуля. Позволяет выдерживать временное понижение температуры до –10 °С без потери качества бетона (пенобетона);

- при производстве любых бетонов (пенобетонов) при высоких (более +25 °С) температурах. Позволяет прореагировать цементу до испарения воды из раствора, что понижает вероятность растрескивания;

- улучшает обрабатываемость бетона и снижает водоотделение.

Асилин-12 – жидкий ускоритель твердения для работы с бетонами при пониженных и повышенных температурах. Безвреден для человека. Не горюч, не токсичен, не взрывоопасен. За счет того, что ускоритель находится в жидком состоянии, реакция с бетоном проходит более полно, чем в случае с порошкообразными растворителями и это улучшает результат примерно на 30%.

Асилин-12 представляет собой пастообразную жидкость темного цвета. Рекомендуется для использования при температурах ниже +10 градусов по С и выше +25 градусов по С. Добавляется в раствор на стадии замеса. Позволяет сократить цикл бетонных работ (при заливке в формы или опалубку) в 1,5 – 2 раза.

Применение:

- при производстве пенобетона для ускоренного схватывания и более полной реакции за короткий срок, что позволяет значительно уменьшить усадку;

- при производстве любых бетонов (пенобетонов) при низких (менее +10 градусов по С) температурах. Особенно незаменим, когда после дневной заливки бетона (пенобетона), ночью может стать температура ниже нуля. Позволяет выдерживать временное понижение температуры до –10 градусов по С без потери качества бетона (пенобетона);

- при производстве любых бетонов (пенобетонов) при высоких (более +25 градусов по С) температурах. Позволяет прореагировать цементу до испарения воды из раствора, что понижает вероятность растрескивания;

- улучшает обрабатываемость бетона и снижает водоотделение.

Комплексная добавка для пенобетона Форт УП-2ПБ применяется при производстве неавтоклавных пенобетонных изделий для ускорения процессов гидратации цемента. Её применение обеспечивает через 8 – 12 часов распалубочную прочность изделий. Помимо увеличения кинетики набора прочности, добавка также существенно снижает усадку пенобетона, вследствие чего не появляются усадочные трещины и не снижается отпускная прочность изделий. Если при изготовлении пенобетонной смеси при помощи добавки Форт УП-2ПБ снижать водоцементные отношения, то можно достичь ярко выраженного эффекта ускорения набора прочности. Дозировка, в зависимости от марки цемента, подбирается индивидуально – минимальная – 0,5% максимальная – 0,7% от массы цемента по сухому веществу.

При температуре воздуха на производстве +10°С и выше:

- уменьшить сроки нахождения пенобетона в форме;

- получить более полную реакцию цемента, что позволяет значительно уменьшить усадку пенобетона;

- увеличить отпускную прочность изделий;

- обеспечивает ускорение схватывания и твердения, а также даёт более полную реакцию цемента за короткий срок, что позволяет значительно уменьшить усадку пенобетона;

- контактируя с низкократной пеной стабилизирует и бронирует её;

- повышает удобоукладываемость и уменьшает расслаиваемость пенобетонной смеси;

- при производстве пенобетона при высоких (более +20°С) температурах позволяет прореагировать цементу до испарения воды из раствора, что понижает вероятность растрескивания;

- снижает водопотребность пенобетонной смеси на 15–20 % и повышает конечную прочность;

- при введении модификатора по методу сухой минерализации даёт дополнительный нагрев пенобетонной смеси;

- снижает сроки нахождения пенобетона в форме и тем самым сокращается суммарный период значительной усадки.

Для определения эффективности влияния добавок-ускорителей на кинетику набора пластической прочности используется метод выдергивания пластины, разработанный С.Я. Вейлером. Его сущность заключается в определении усилия, необходимого для сдвига рифленой пластинки, погруженной в исследуемую систему [2].

Прибор для определения пластической прочности пенобетонной смеси состоит из лабораторных равноплечих весов, на одном конце коромысла которых чаша для грузиков, на втором – рифленая пластинка размером 2×3 см, которая опускается в испытываемую смесь. Схема прибора приведена на рисунке 1.



Рисунок 1. – Установка для опыта

Для проведения эксперимента изготавливают пенобетонную смесь и заполняют ею одинаковые мерные емкости (пластиковые стаканчики). В каждую из проб исследуемой смеси погружают рифленую пластинку на одинаковую глубину. Количество проб должно соответствовать количеству временных интервалов, по истечению которых будет определяться пластическая прочность (обычно 10–12 проб). Испытания проводят через час с момента изготовления смеси и далее с таким же интервалом до тех пор, пока рифленая пластина не перестанет выдергиваться из смеси.

Пластическую прочность, г/см^2 ($\text{Па} \times 10^{-1}$), выраженную предельным напряжением сдвига, определяют по формуле:

$$P_m = \frac{F}{2 \cdot S},$$

где F – величина нагрузки, необходимая для сдвига пластины, погруженной на одну и ту же глубину исследуемой массы, и численно равная массе грузок на чаше весов, г;
 S – площадь пластинки, см^2 .

Таким образом, в данной работе рассмотрены современные добавки-ускорители твердения пенобетона. Приведены их принципы действия, область применения, физико-механические свойства. Для дальнейших исследований по данной тематике будет использован метод С.Я. Вейлера, основанный на выдёргивании рифлёной пластины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Портник, А.А. Всё о пенобетоне / А.А. Портник, С.Р. Ружинский, А.В. Савиных. – СПб., 2003. – 224 с.
2. Исследование свойств пенобетонных смесей [Электронный ресурс] // Сборник научных трудов студентов России. – Режим доступа: <http://www.cs-alternativa.ru/text/2114>. – Дата доступа: 24.03.2017.
3. Состав и материалы для производства пенобетона // Стройбетон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ibeton.ru/othermaterials1.php>. – Дата доступа: 04.06.2017.
4. Добавки для производства пенобетона [Электронный ресурс] // Стройбетон. – Режим доступа: <http://www.ibeton.ru/a52.php>. – Дата доступа: 17.02.2017.