

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ВИЛЬНЮССКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА им. ГЕДЕМИНАСА
БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (УКРАИНА)
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ г. ЛЕЙРИИ (ПОРТУГАЛИЯ)
АРИЭЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (ИЗРАИЛЬ)
ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ (РОССИЯ)
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (РОССИЯ)

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

Электронный сборник статей
международной научной конференции,
посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета

(Новополоцк, 5-6 апреля 2018 г.)

Под редакцией
канд. техн. наук, доцента А. А. Бакатовича;
канд. техн. наук, доцента Л. М. Парфеновой

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2018

Редакционная коллегия:

А. А. Бакатович (председатель), Л. М. Парфенова (зам. председателя),
А. С. Катульская (отв. секретарь), Е. Д. Лазовский,
Т. И. Королева, В. Е. Овсейчик

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ [Электронный ресурс] : электронный сборник статей международной научной конференции, посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 5–6 апр. 2018 г. / Полоцкий государственный университет ; под ред. А. А. Бакатовича, Л. М. Парфеновой. – Новополоцк, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Рассмотрены вопросы архитектуры и градостроительства в современных условиях, прогрессивные методы проведения инженерных изысканий и расчета строительных конструкций. Приведены результаты исследований ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов и технологий, энергоресурсосберегающие и природоохранные инновационные решения в инженерных системах зданий и сооружений. Рассмотрены организационные аспекты строительства и управления недвижимостью, проблемы высшего архитектурного и строительного образования.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей учреждений образования.

Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018.

Компьютерный дизайн К. В. Чулковой, В. А. Крупенина.

Технический редактор О. П. Михайлова.

Компьютерная верстка Т. А. Дарьяновой.

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 53 53 92, e-mail: a.bakatovich@psu.by; l.parfenova@psu.by

УДК 691.327.333:666.9.015.7

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ СКОРОСТИ НАБОРА ПЛАСТИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ПЕНОБЕТОНОМ

А.А. Драгель

Полоцкий государственный университет, Беларусь
email: a.dragel@psu.by

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.

Ключевые слова: пенобетон, добавки ускорители твердения, пластическая прочность пенобетонной смеси.

TO THE QUESTION OF ACCELERATING THE SPEED OF THE FOAM CONCRETE PLASTIC STRENGTHENING

A. Dragel

Polotsk state university, Belarus
email: a.dragel@psu.by

The article considers the main additives used to accelerate foam concrete plastic strength set. The principle of action, the scope of application, dosage and the main physicochemical properties of these additives are given. The technique for determining the plastic viscosity, proposed by S. Weyler, based on pulling corrugated plates from a foam concrete mixture, is considered.

Keywords: foam concrete, hardening accelerating additives, plastic strength of foam concrete mixture.

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 так же 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 окончанию 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.

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 рифленной пластинки, погруженной в исследуемую систему [2].

Прибор для определения пластической прочности пенобетонной смеси состоит из лабораторных равноплечих весов, на одном конце коромысла которых подвешена градуированная емкость с водой, на втором – рифленная пластинка размером 2х3 см, которая опускается в испытываемую смесь. Схема прибора приведена на рисунке 1.

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

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

$$Pm = \frac{F}{2 \cdot S}, \quad (1)$$

где F – величина нагрузки, необходимая для сдвига пластины, погруженной на одну и ту же глубину исследуемой массы, и численно равная весу воды в емкости 2, г;
 S – площадь пластинки, см^2 .

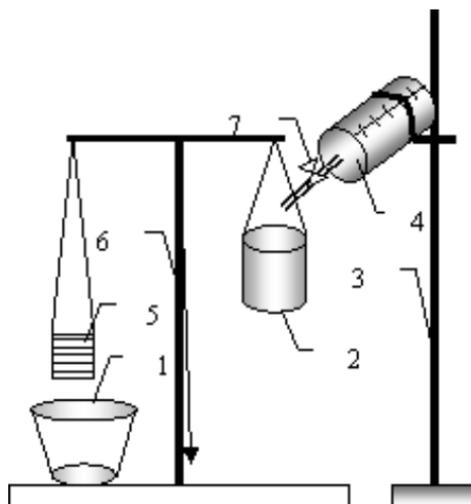


Рисунок 1. - Установка для опыта:

1 – мерная емкость для смеси; 2 – емкость; 3 – штатив; 4 – градуированная емкость с водой; 5 – рифленая пластинка; 6 – лабораторные весы; 7 – винт

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.

Формование образцов и исследование их физико-механических характеристик проводилось с использованием сырьевой смеси, содержащей 332 г цемента, 116 мл воды, 120 мл водного раствора пенообразователя FOAMCEM, рабочей концентрации 3%. Количество вводимых в смесь добавок-ускорителей составило 2 процента от массы вяжущего (6,7 г).

В ходе исследования изготавливалось по 4 образца с пенобетоном на каждую добавку. В каждый образец погружалась пластинка, а затем с интервалом в 1 час с момента приготовления пенобетонной смеси выдёргивалась из пенобетонной смеси. Данные по нагрузке необходимой для выдёргивания пластин, а также плотность пенобетона представлены в таблице 1.

Графически данные таблицы представлены на гистограмме (рис. 2).

Полученные данные свидетельствуют о том, что наибольшее влияние на кинетику набора пластической прочности пенобетона имеет гидрокарбонат натрия, но использование данной добавки нарушает ячеистую структуру пенобетонной смеси (рис. 3) и на поверхности образцов присутствует большое количество открытых пор. Образцы 2–5 имеют значительные усадки, и как следствие деформационные трещины и повышенную плотность.

Таблица 1. – Влияние добавок-ускорителей на плотность и пластическую прочность пенобетона

№ добавки	Добавка	Выдерживающее усилие с интервалом в 1 ч с момента изготовления пенобетонной смеси, грамм.				Плотность, кг/м ³
		0	1	2	3	
1	Хлорид железа	14	25	34	48	305
2	Борно-магниевое	8	20	25	31	355
3	Марганец сернокислый	9	24	30	35	360
4	Без добавки	10	18	30	38	335
5	Калий сернокислый	18	28	35	38	330
6	Магний сернокислый	18	25	36	47	310
7	Кальциевая селитра	18	34	48	58	305
8	Железный купорос	18	30	44	50	320
9	Гидрокарбонат натрия	17	35	55	90	340

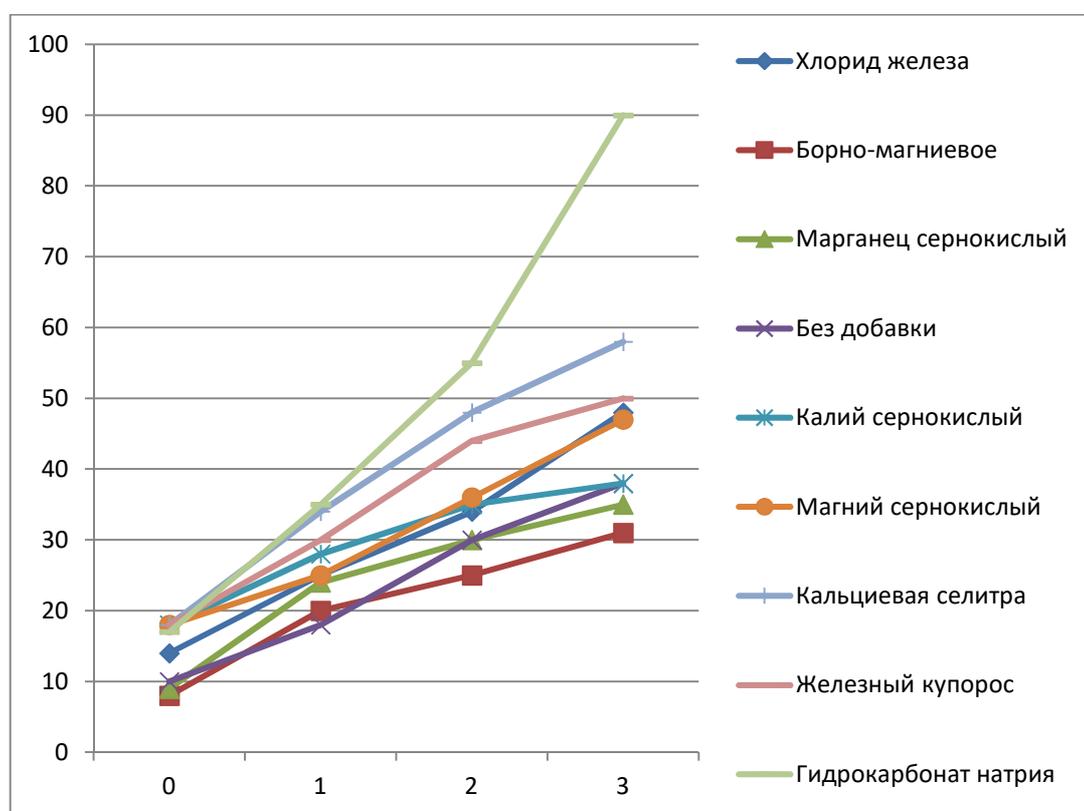


Рисунок 2. – Влияние добавок на кинетику набора пластической прочности пенобетоном



Рисунок 3. – Образцы пенобетонной смеси с добавками (расположены в соответствии с нумерацией добавок слева направо, сверху вниз)

Таким образом наиболее оптимальными добавками являются добавки номер 1, 6, 7, 8 (хлорид железа, магний сернокислый, кальциевая селитра и железный купорос соответственно). Использование данных добавок позволяет увеличить пластическую прочность пенобетонной смеси по сравнению с бездобавочной смесью (образцы №4) к концу третьего часа в среднем на 35%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Портник, А.А., Все 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: 24.03.2018.
3. Состав и материалы для производства пенобетона [Электронный ресурс] // Стройбетон. – 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: 17.03.2018.