

Оценка влияния состояния воды на свойства цементно-песчаных шликеров

К. И. Костыленко

Ростовский государственный строительный университет, Ростов-на-Дону

В настоящее время довольно сложно изготовить материал одинаково эффективный в конструкционном и теплозащитном отношении. Причиной этому являются законы физики, которые гласят: «плотные тела пропускают тепло лучше пористых», а «пористость уменьшает способность материалов воспринимать нагрузки» [1].

Когда на стадии проектирования зданий выбирают способы производства работ и соответственно материалы, в большинстве случаев используют решения удобные в установке на строительной площадке и регулировании требуемых эксплуатационных свойств. Как правило, это широко применяемые и многократно проверенные материалы. Применение передовых разработок в области материаловедения часто замедляется из-за высоких рисков, связанных с неполной степенью изученности свойств и малым опытом их практического применения.

Одним из таких перспективных материалов является пенобетон [2,3]. Возможности этого материала очень широки, так как он обладает большим диапазоном вариации своих свойств. На сегодня освоены технологии его промышленного производства, а так же приготовления и монолитной укладки непосредственно на объекте. Применение в строительстве монолитного пенобетона исключает затраты на бой, погрузку-разгрузку, кладку, а также позволяет снизить затраты на транспортировку. Применение мелкоштучных стеновых изделий из этого материала встречает конкуренцию со стороны не менее перспективного автоклавного газобетона.

Промышленное производство автоклавного газобетона характеризуется высоким качеством вследствие постоянства технологических факторов. Однако определенный набор геометрических форм изделий не позволяет полностью удовлетворить спрос на рынке аналогичных строительных материалов, и поэтому технология автоклавного газобетона не является «гибкой» (адаптивной к конкретным условиям строительства).

Для ускорения использования на практике перспективных материалов, необходимо на стадии их научных разработок и исследований установить количественные зависимости изменения свойств от качества и количества сырьевых компонентов доступных на всей территории нашей страны и за ее пределами, а так же смоделировать последствия воздействия агрессивных факторов и нагрузок превышающих расчетные.

Исследования свойств пенобетонов проводятся на составах значительно отличающихся по соотношению компонентов в смеси. Данная ситуация сложилась вследствие того, что подбор составов пенобетонов, в большинстве случаев, производится по авторским методикам исследователей, которые имеют очень много отличий. Поэтому накопленные данные о методах проектировании и свойствах пенобетонов различных исследователей бывают неоднозначными и трудно поддающимися анализу.

Перспективным является установление единых закономерностей, объясняющих получение таких результатов. Следствием этой работы будет разработка единой методики проектирования состава пенобетона.

Проектирование состава пенобетонов с заданными свойствами должно основываться на:

1. достоверной информации о свойствах сырьевых компонентов, значимой для процесса формирования структуры (размер зерен заполнителя; тонкость помола, активность, сроки схватывания, вещественный состав цемента; кратность пенообразователя и устойчивость пены полученной из него) и соотношениях между ними;
2. учете параметров основных технологических операций производства (конструкции и интенсивности перемешивания) [4].

Неотъемлемым компонентом для бетонов является вода или водный раствор, являющийся активатором твердения вяжущего. В структуре пенобетонных смесей вода может находиться в свободном и связанном состоянии [2, 5]. Вода может связываться химически (в результате взаимодействия с вяжущим веществом) и физически (адсорбироваться на поверхности твердых частиц). При образовании пенных пленок поверхностно-активные вещества (ПАВ) дополнительно связывают воду, сосредотачивая ее на границе раздела фаз [2,3,6]. ПАВ достигшие поверхности раздела фаз жидкость-газ, совершают полезную работу, насыщая смесь воздухом, а те ПАВ, которые остались в толще водных прослоек, постепенно адсорбируются на твердых частицах, в том числе снижая скорость протекания химических процессов в бетоне. Поэтому для установления рационального расхода пенообразователя необходимо знать, какое количество свободной воды присутствует в смеси.

Способность цементного геля удерживать определенный объем воды определяется интенсивностью сил взаимодействия между частицами: чем плотнее они упакованы, тоньше водные оболочки, тем меньше структурные ячейки между сольватированными частицами цемента и прочнее удерживается в них вода [5]. Предельная водоудерживающая способность цементного геля связана корреляционно с рядом свойств цемента: минералогическим составом и дисперсностью, количеством и видом введенных добавок, а также способом и интенсивностью внешнего механического воздействия на цементный гель. В зависимости от интенсивности воздействия предельная водоудерживающая способность варьируется от 135 до 165 % от нормальной плотности цементного теста [5,7].

Ранее установлено [5], что водопотребность песка зависит от его происхождения и физических свойств, важнейшим из которых является удельная площадь поверхности его зерен. Количество воды, связываемое различными фракциями песков, представлено на рис. 1.

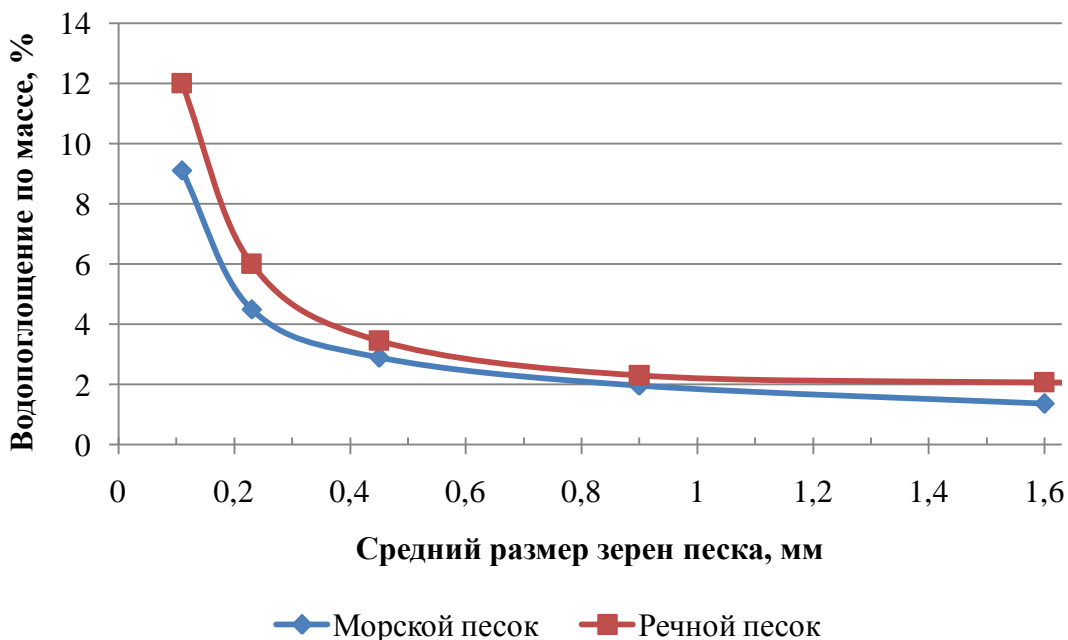


Рис.1– Водопоглощение песков в зависимости от среднего размера зерен и вещественной природы [5]

Был проведен эксперимент по определению количества свободной воды в смесях, предназначенных для производства пенобетонов. На практике количество свободной воды оценивалось на приборе Суттарда по величине расплывацементно-песчаныхшликером с

различными соотношениями между цементом и песком. Полученные данные представлены на рис.2.

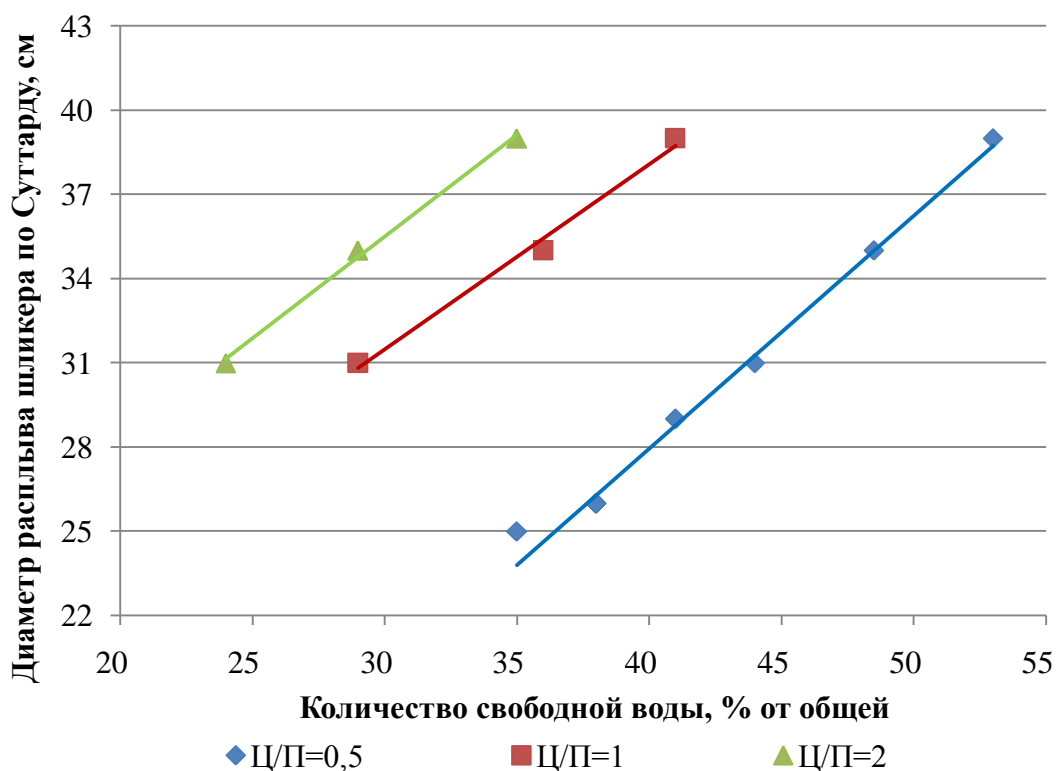


Рис.2 – Расплыв шликеров на приборе Суттарда в зависимости от водосодержания смеси и ее состава

Свободная вода, находясь в межзерновом пространстве, способствует раздвижке частиц твердой фазы. Поэтому с увеличением количества свободной воды подвижность шликеров увеличивается. Шликеры, в составе которых присутствовало больше цемента, показали большую подвижность вследствие того, что удельная поверхность цемента значительно превышает удельную поверхность песка. Смесь компонентов (песка и цемента) в обводненном состоянии способна распределиться тонким слоем по поверхности, площадь которой эквивалентна суммарному значению удельной поверхности смеси данного состава. Иными словами, при постоянном объеме смеси, диаметр ее расплыва будет уменьшаться пропорционально увеличению среднего размера твердых частиц дисперсной системы.

Полученные экспериментальные результаты хорошо согласуются с теоретическими выводами. Таким образом, определив нормальную плотность цементного теста и свойства заполнителя можно рассчитать количество свободной воды содержащейся в цементно-песчаной суспензии для приготовления пенобетона, в которой будут работать ПАВ.

Результаты исследований показывают, что в зависимости от состояния воды по отношению к твердым компонентам необходимо корректировать состав смеси для производства пенобетона. Наличие свободной воды обеспечивает ПАВ средой, благодаря которой они способны вовлекать газовую фазу, увеличивать поверхность раздела фаз, увеличивая потенциальную возможность материала к энергосбережению в процессе эксплуатации. Принципы, описанные в настоящей работе, способствуют подбору оптимального водосодержания пенобетонных смесей с позиции достижения проектной плотности. Это дает возможность получать бетоны с большим диапазоном варьирования их свойств.

Литература:

1. Савельев И.В. Курс общей физики. Том 1. М.: Наука. 1989 – 352 с.
2. Моргун Л.В. Структурообразование и свойства фибропенобетонов неавтоклавногo твердения: дис ... доктора технических наук. Ростов-на-Дону 2005. – 336 с.
3. Смирнова П. В. Температурный фактор в технологии фибропенобетона: дис. ... кандидата технических наук. Ростов-на-Дону 2010. – 151с.
4. Стренк Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками. Польша 1971. Пер. с польск. Под ред. Щупляка И.А., Л., «Химия», 1975 – 384с.
5. Ахвердов И. Н. Основы физики бетона. М.: Стройиздат 1981 – 464 с.
6. Костыленко К.И., Пушенко О.В., Моргун В.Н. Особенности формирования пеноструктур в цементно-песчаных смесях. Сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. Одесса. 2012. Т. 26. № 2. С. 19-22.
7. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Правило постоянства водопотребности бетонных смесей //Бетон и железобетон в Украине, №1, 2002 С.18-22