

УДК 666.973.6

А. Н. ЕФРЕМОВ, Д. Г. МАЛИНИН

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ГАЗОБЕТОНОВ С НИЗКИМ ВОДОТВЕРДЫМ ОТНОШЕНИЕМ

Аннотация. Исследование влияния комплексной добавки С-3м + NaOH на процесс газообразования и изменения реологических свойств газобетонной смеси показали, что технологически приемлемая скорость газообразования и набора пластической прочности достигается при расходе 0,5 % суперпластификатора С-3м по массе вяжущего и 0,15 % добавки NaOH. Введение С-3м в пределах 0,25...0,75 % непрерывно повышало текучесть смеси и позволило снизить ее водопотребность на 40 %.

Ключевые слова: газобетон, газообразование, пластическая прочность, текучесть, гидроксид натрия, суперпластификатор С-3м.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

В технологии неавтоклавногазобетона регулирование процесса структурообразования газобетонного сырца является ответственным этапом, во многом отвечающим за технологические и эксплуатационные свойства изделия [1]. Чтобы добиться образования равномерной бездефектной пористой структуры необходимо регулирование скорости протекания процессов газообразования и набора пластической прочности.

Согласно рекомендациям [2] оптимальным временем вспучивания газобетона являются первые 20–40 минут после ввода в смесь газообразователя. В данный период времени в газобетонной смеси, не потерявшей пластической прочности, должен пройти этап наиболее интенсивного газовыделения, в течение которого выделяется до 90 % газа. В газобетонах на основе портландцемента данная скорость газовыделения обеспечивается подогревом бетонной смеси свыше 40 °С и введением 5...25 % извести. Повышенная температура бетонной смеси отрицательно влияет на начальную стадию формирования структуры цементного камня, а добавка извести снижает физико-механические свойства бетонов на портландцементе, твердеющих при атмосферном давлении [3].

Для регулирования роста пластической прочности газобетонной смеси на стадии структурообразования и твердения наиболее простым способом является изменение водотвердого (В/Т) отношения. Избыток воды значительно снижает вязкость системы, что приводит к снижению газодерживающей способности поризуемой массы [3]. Если после газовыделения смесь не обладает определенной несущей способностью, то произойдет ее осадка, сопровождающаяся прорывом газа из формируемого изделия. При данных условиях в ячеистой структуре образуются поры неправильной формы, присутствует сообщающаяся пористость и неравномерность распределения пор. Когда схватывание опережает газовыделение, смесь затвердевает раньше, чем прекратятся процессы газовыделения и заданная средняя плотность не будет достигнута, а в межпоровой перегородке появятся трещины, вызванные разностью давлений газа. Помимо этого, механическое воздействие на сырец во время подрезки «горбушки», а также разрезке массива на изделия необходимо производить при достижении газобетонным сырцом пластической прочности, равной соответственно 15 и 35 кПа [4].

Одним из эффективных способов снижения водотвердого отношения газобетонной смеси является применение суперпластификаторов, в частности ЛСТ и С-3. При введении суперпластификатора в бетонную смесь он, адсорбируясь на твердой поверхности зерен цемента и заполнителя, создает утолщенную оболочку со значительным отрицательным потенциалом и тем самым повышает эффект диспергации и отталкивания частиц и подвижность бетонной смеси. Указанные добавки позволяют снизить водопотребность смеси на 20...25 % [5, 6].

© А. Н. Ефремов, Д. Г. Малинин, 2018

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЙ

Определить влияние комплексной добавки С-3м + NaOH на кинетику газообразования, изменение текучести и рост пластической прочности газобетонной смеси с различным водотвердым отношением.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ И МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве вяжущих в исследованиях использовался портландцемент ПЦ 1-500-Д0 производства ОАО «Донцемент» (ГОСТ 31108-2016). Для приготовления комплексных химических добавок применялись: добавка суперпластификатор С-3м (ТУ 5870-002-58042865-03) и гидроксид натрия (ГОСТ Р 55064-2012). Добавки использовались в виде водных растворов, концентрация которых определялась по плотности [7].

В качестве газообразователя применялась алюминиевая пудра ПАП-1 (ГОСТ 5494-95). Для снятия парафиновой пленки при приготовлении водной суспензии в качестве поверхностно-активного вещества использовался 1%-ный сульфанола.

Кинетика газовыделения алюминиевой пудры исследовалась путем измерения объема выделившегося газа при помощи сосуда Дрекслера. Исследование проводилось на цементно-водных смесях разной текучести. Температура смеси составляла 18...20 °С. Газовыделение рассчитывалось в % от объема водорода, выделившегося в течение 2,5 часов. Величина этого объема отличалась не более чем на 10 % от теоретического при полной химической реакции алюминиевой пудры.

Пластическая прочность определялась методом, разработанным П. А. Ребиндером на коническом рычажном пластометре МГУ [8]. Образцы для испытания готовились из газобетонной смеси различной текучести. Глубина погружения конуса пластометра в смесь определялась при помощи индикатора часового типа. Испытание проводилось при температуре воздуха 20 °С и влажности 90 %.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Известно [9], что введение суперпластификатора С-3 в количестве 0,75 % и более от массы вяжущего снижает водопотребность смесей с одинаковой подвижностью на 18...25 %. При этом эффект пластификации бетонных смесей возрастает с увеличением их исходной подвижности, дисперсности сырьевых компонентов и дозировки суперпластификатора.

Реологические свойства тонкодисперсных литых ячеистобетонных смесей близки к свойствам истинной жидкости. Предполагается, что интенсивное увеличение текучести таких смесей будет возможным при более низком содержании суперпластификатора, чем в тяжелых бетонных смесях. Предположение проверено в исследовании влияния количества суперпластификатора С-3м на текучесть газобетонных смесей. В ходе исследований необходимо было получить значение текучести, соответствующее средней плотности ячеистого бетона в пределах 400...800 кг/м³.

Исследование показало, что при увеличении расхода суперпластификатора С-3м в пределах 0,25–0,75 % текучесть смесей непрерывно увеличивается. Введение суперпластификатора позволило сократить водопотребность смеси на 40 % (рис. 1).

Введение гидроксида натрия в пределах от 0,15 до 0,3 % незначительно повлияло на текучесть смеси.

Для повышения щелочной среды жидкой фазы и ускорения реакции с алюминиевой пудрой использовали добавку гидроксида натрия. Анализ результатов исследования влияния комплексной добавки С-3м + NaOH показал, что введение добавки в количестве 0,3 % от массы цемента ускорило процесс газообразования примерно в 2,5 раза. Наиболее интенсивное выделение водорода наблюдалось в течение первых 44 мин после введения гидроксида натрия. При введении суперпластификатора С-3м в количестве 0,25–0,75 % основной объем водорода выделяется в первые 35 и 18 минут соответственно (рис. 2).

Для установления зависимости роста пластической прочности от количества комплексной добавки С-3м + NaOH была введена дозировка, принятая на основании исследования кинетики газовыделения. Результаты исследования показали, что при введении суперпластификатора С-3м в количестве 0,5 % и NaOH – 0,15 % по массе вяжущего при неизменной исходной подвижности смеси рост пластической прочности увеличился на 50 % по сравнению с бездобавочным составом. Необходимую минимальную пластическую прочность для подрезки «горбушки» (15 кПа) данный состав набрал за 2,2 часа твердения смеси, а минимальную прочность для разрезки массива (35 кПа) – за 3,6 часа. При снижении В/Т смеси с 0,35 до 0,3 время набора необходимой пластической прочности (15 кПа) сократилось на 40 %, а прочность для разрезки массива (35 кПа) была достигнута спустя 3 часа твердения (рис. 3).

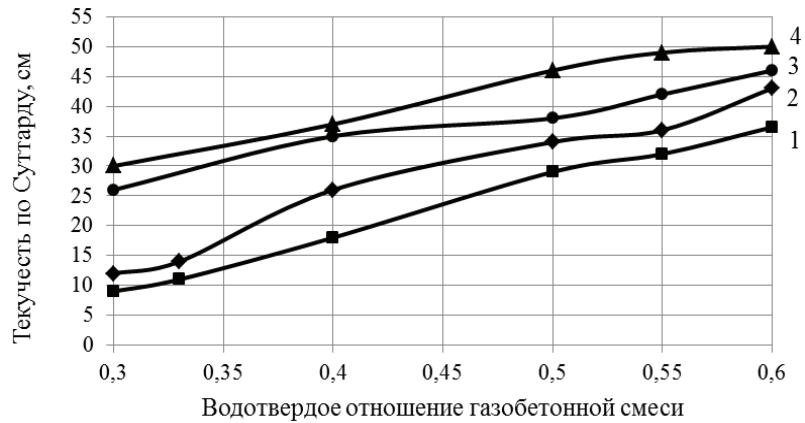


Рисунок 1 – Влияние расхода С-3м на текучесть цементно-водных смесей: 1–4 расход С-3м – 0; 0,25; 0,5 и 0,75 % соответственно по массе вяжущего.

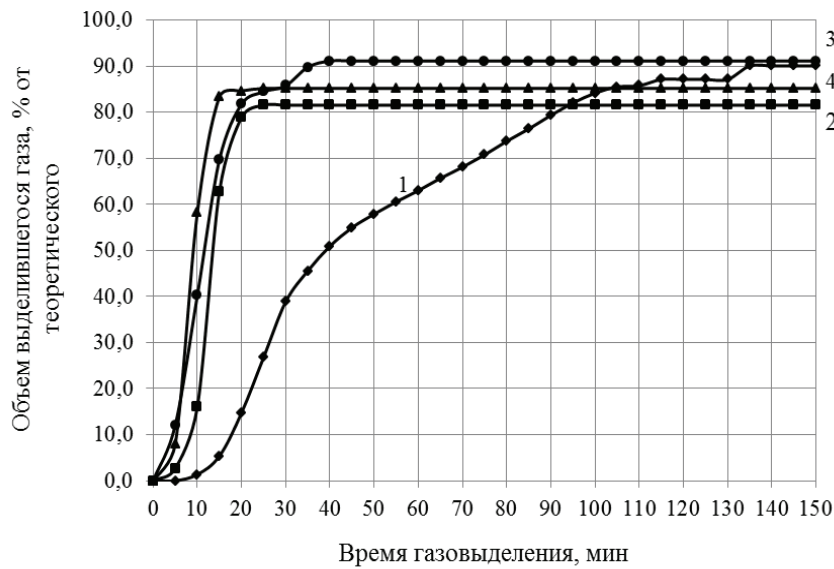


Рисунок 2 – Зависимость объема газовыделения от количества комплексной добавки NaOH + С-3м: 1 – контрольный состав; 2-4 расход С-3м: 0,25; 0,5 и 0,75 % соответственно от массы вяжущего; для составов 2–4 расход NaOH – 0,3 %.

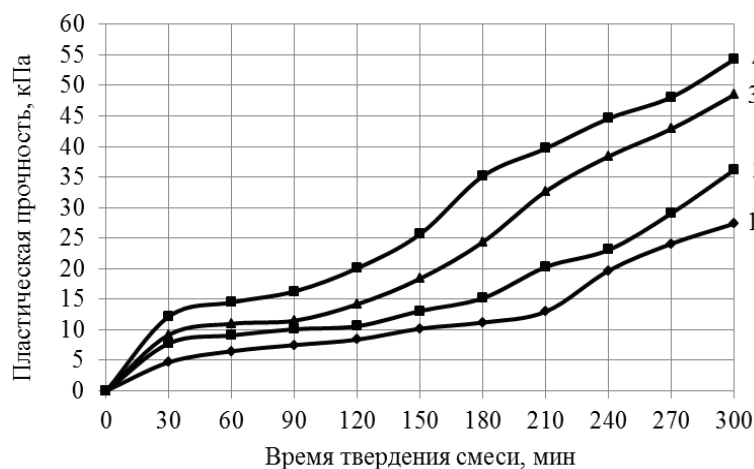


Рисунок 3 – Влияние комплексной добавки С-3м + NaOH на кинетику роста пластической прочности газобетонной смеси: 1 – бездобавочный состав; В/Т = 0,35; 2, 3 – В/Т = 0,35; NaOH соответственно 0 и 0,15 %; С-3м 0,5 %; 4 – В/Т = 0,3; NaOH – 0,15 %, С-3м – 0,75 %.

ВЫВОДЫ

Установлено влияние комплексной добавки С-3м + NaOH на кинетику газообразования и изменение реологических свойств газобетонной смеси. Технологически сбалансированные скорости газообразования и набора пластической прочности достигаются при расходе суперпластификатора С-3м – 0,5 % и NaOH – 0,15 % по массе вяжущего. При этом введение суперпластификатора в пределах 0,25...0,75 % существенно влияет на текучесть смеси и снижает ее водопотребность на 40 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Штакельберг, Д. И. Термодинамический анализ вспучивания и доавтоклавного твердения газобетона [Текст] / Д. И. Штакельберг, В. Э. Миронов // Технологическая механика бетона. – 1979. – С. 105–113.
2. СН-277 Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона [Текст]. – На замену СН 277-70 ; введ. 1980-07-01. – Москва : Госстрой России. – 2001. – 44 с.
3. Митина, Н. А. Получение прочного неавтоклавного газобетона путем регулирования состава и свойств исходных смесей [Текст] : дис. ... канд. техн. наук: 05.17.11 / Наталия Александровна Митина. – Томск, 2003. – 213 с.
4. Горлов, Ю. П. Технология теплоизоляционных материалов [Текст] / Ю. П. Горлов, А. П. Меркин, А. А. Устенко. – М. : Стройиздат, 1980. – 399 с.
5. Hamad, Ali J. Materials, Production, Properties and Application of Aerated Lightweight Concrete [Текст] / Ali J. Hamad // Review, International Journal of Materials Science and Engineering. – 2014. – Vol. 2, No. 2. – P. 152–157.
6. Young, J. F. A Review of the Mechanism of Set Retardation in Portland Cement Pastes Containing Organic Admixtures [Текст] / J. F. Young // Cement and Concrete Research. – 1972. Vol. 2. – P. 415–433.
7. Ахундов, А. А. Состояние и направление развития производства легких бетонов в России [Текст] / А. А. Ахундов, Ю. В. Гудков // Бетон и железобетон в третьем тысячелетии : материалы междунар. науч.-практ. конф. – Ростов-на-Дону. – 2000. – С. 51–54.
8. Данюшевский, В. С. Справочное руководство по тампонажным материалам [Текст] / В. С. Данюшевский, Р. М. Алиев, И. Ф. Толстых [2-е изд., перераб. и доп.]. – Москва : Недра. – 1987. – 376 с.
9. Neville, A. M. Concrete Technology [Текст] / A. M. Neville, J. J. Brooks. – 2nd ed. Essex, Eng. [Б. м.] : Pearson Education. 2010. – 442 p.

Получено 23.04.2018

О. М. ЄФРЕМОВ, Д. Г. МАЛИНІН
ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ГАЗОБЕТОНІВ З
НИЗЬКИМ ВОДОТВЕРДИМ ВІДНОШЕННЯМ
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Дослідження впливу комплексної добавки С-3 м + NaOH на процеси газоутворення та зміни реологічних властивостей газобетонної суміші показали, що технологічно прийнятна швидкість газоутворення і набору пластичної міцності суміші досягається при витраті 0,5 % суперпластифікатора С-3м по масі в'язучого і 0,15 % добавки NaOH. Введення С-3м в межах 0,25...0,75 % безперервно підвищувало текучість суміші та дозволило знизити її водопотребу на 40 %.

Ключові слова: газобетон, газоутворення, пластична міцність, текучість, гідроксид натрію, суперпластифікатор С-3м.

ALEXANDER YEFREMOV, DENIS MALININ
TECHNOLOGICAL AND OPERATIONAL PROPERTIES OF CELLULAR
CONCRETES WITH LOW WATER-HARDENING RATIO
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. Investigation of the complex additive C-3m + NaOH on the process of gas formation and changes in the rheological properties of the cellular concrete mixture showed that a technologically acceptable rate of gas generation and a set of plastic strength is achieved at a consumption of 0,5 % of the superplasticizer C-3m by weight of the binder and 0,15 % of the additive NaOH. Introduction C-3m within 0,25...0,75 % continuously increased the fluidity of the mixture and allowed to reduce its water demand by 40 %.

Key word: cellular concrete, gas formation, plastic strength, fluidity, sodium hydroxide, superplasticizer S-3m.

Ефремов Александр Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры технологий строительных конструкций, изделий и материалов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: вяжущие и бетоны на основе промышленных отходов; жаростойкие и огнеупорные бетоны.

Малинин Денис Геннадьевич – магистрант кафедры технологий строительных конструкций, изделий и материалов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: неавтоклавные газобетоны.

Єфремов Олександр Миколайович – доктор технічних наук, професор кафедри технологій будівельних конструкцій, виробів і матеріалів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: в'язучі та бетоны на основі промислових відходів; жаростійкі і вогнетривкі бетоны.

Малинін Денис Геннадійович – магістрант кафедри технологій будівельних конструкцій, виробів і матеріалів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: неавтоклавні газобетоны.

Yefremov Alexander – D. Sc. (Eng.), Professor, Technologies of Building Structures, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: binders and concretes on the basis of industrial waste; heat-resistant concretes.

Malinin Denis – Master's degree student, Technologies of Building Structures, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: cellular concretes.