

Штукатурные растворы с наполнителем имеют более низкое водопоглощение и меньшее падение прочности в водонасыщенном состоянии на 20 – 25 % в сравнении с цементно-известковыми растворами, что способствует повышению морозостойкости до 15 % и обеспечивает соответствие нормативным требованиям.

Адгезия штукатурных цементных и известковых растворов с наполнителем превышает на 30 – 35 % показатели контрольных составов, что снижает возможность отслоения штукатурного слоя от основания в процессе эксплуатации зданий при возникновении динамических нагрузок, включая вибрационные воздействия.

УДК 666.973.3

Бозылев В.В., канд. техн. наук, доц.; **Рядчиков Е.В.**
(ПГУ, г. Новополоцк)

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВСПУЧИВАНИЯ ЯЧЕЙСТОБЕТОННОЙ СМЕСИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДИНАМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

В настоящее время производство ячеистого бетона автоклавного твердения занимает лидирующую позицию в промышленности строительных материалов Республики Беларусь.

Как следует из материалов 6-й Международной научно-практической конференции “Опыт производства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения” [1] высокими темпами происходит модернизация предприятий, выпускающих ячеистобетонные изделия автоклавного твердения, сочетая ударную технологию и импортное резательное оборудование.

Одна из основных задач при производстве ячеистобетонных блоков – обеспечение высокой прочности. Известно, что при уменьшении водотвердого отношения бетонной смеси прочность изделий повышается.

Важным этапом производственного процесса, обеспечивающим достижение высоких показателей качества газосиликатных блоков, является формование массивов. Существующие методы формования ячеистобетонного массива назначаются в соответствии с принятым технологическим регламентом производства и могут быть реализованы по литевой, вибрационной или ударной технологии [2].

Ударная технология базируется на использовании ударных воздействий для тиксотропного разжижения высоковязких смесей, энергию и час-

тоту которых назначают в зависимости от реологических свойств смеси. По сравнению с литевой технологией, ударная технология позволяет уменьшить расход сырьевых материалов: цемента – на 20-30%, извести на 10 – 15%, газообразователя – на 5 – 10 %. При этом время выдержки на посту вызревания сокращается до 1,0 – 1,5 часов, а энергозатраты при автоклавной обработке уменьшаются в среднем на 8 – 10 % [3].

Значительное снижение вязкости смеси за счёт ударных воздействий позволяет использовать высоковязкие ячеистобетонные смеси с пониженным водотвёрдым отношением (В/Т), что способствует росту физико-технических характеристик материала. Для ячеистобетонных смесей на смешанном вяжущем и кварцевом песке В/Т может быть понижено до 0,37 – 0,38 по сравнению с 0,50 – 0,65 при применении литевой технологии [4].

В настоящее время большинство заводов по выпуску газосиликатных блоков в Республике Беларусь ориентировано на использование ударной технологии. Применяются различные виды ударных площадок. Наиболее совершенной на данном этапе развития ударной технологии является ударная площадка с управляемыми параметрами. Например, специалистами ОАО «Забудова» и ОАО «Сморгоньсиликатобетон» совместно со специалистами фирмы «Маза-Хенке» разработана конструкция современной ударной площадки грузоподъемностью 15 тонн. Оптимальное соотношение массы формы со смесью и верхней рамы ударной площадки к массе нижней рамы ударной площадки к массе фундамента, а также специальный профиль эксцентрика кулачкового механизма, обеспечили при минимальной высоте удара (подъем верхней рамы с формой) максимальную энергию удара.

Однако существуют проблемы в использовании ударной технологии, одна из которых – сложность выбора режимов формования по ударной технологии, т.е. назначения частоты и амплитуды ударов, обеспечивающих наибольшую эффективность вспучивания ячеистобетонной смеси и оптимальные физико-механические свойства выпускаемых изделий. Сложность состоит в некотором разбросе параметров заливаемой смеси, таких как начальная температура, количество алюминиевой суспензии, качество исходных материалов. Также при применении отечественных ударных площадок присутствуют следующие недостатки: сокращение срока службы оснастки, необходимость частого ремонта площадок, влияние динамических воздействий на несущие конструкции цеха.

В отличие от ударной технологии в комплексах полного цикла Xella (Hebel, Ytong) используется эффективное нешумное уплотнение смеси погружаемыми на определенное время в состав штыревыми вибраторами (рис. 1) [5, 6].

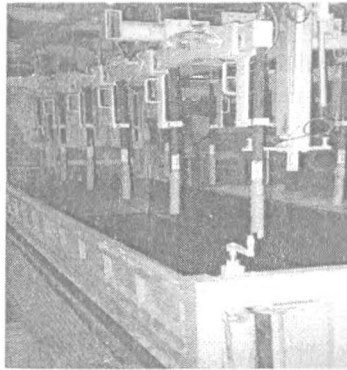


Рис. 1. Штыревые вибраторы по технологии «Xella» (Hebel, Ytong)

Устранение недостатков ударной технологии также может быть решено за счет применения новой установки для вспучивания ячеистобетонной смеси, разработанной в УО «Полоцкий государственный университет», на которую получен патент [7].

На рисунке 2 представлен общий вид установки в разрезе. Она содержит корпус 1, в котором подвижно закреплена опорная рама 2.

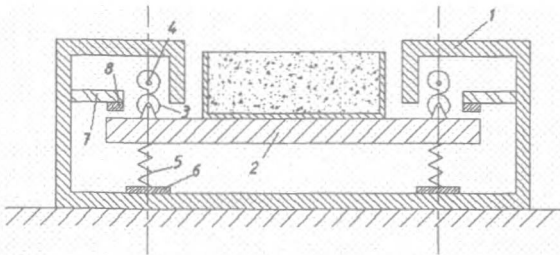


Рис. 2. Установка для активации вспучивания ячеистобетонной смеси:

1 – корпус; 2 – опорная рама; 3 – ролики; 4 – кулачки; 5 – пружины; 6 – регуляторы величины сжатия; 7 – упоры-ограничители; 8 – регуляторы величины амплитуды

Для оценки эффективности новой технологии и определения оптимальных параметров режима формирования выполнено теоретическое обоснование применения новой технологии.

Домбровским А.В. сделана попытка объяснить процессы вспучивания. По ударной технологии в момент удара газовый пузырек получает дополнительный импульс в направлении вспучивания и скорость его движения значительно увеличивается [8].

Энергия ударного импульса, передаваемая через поддон формы в смесь в виде распространяющейся от поддона перпендикулярно вверх плоской волны высокого динамического давления, создает в смеси напряжение сжатия, которое затем переходит в кинетическую энергию экспоненциально затухающих свободных колебаний столба смеси.

Такая форма передачи энергии ударного импульса через поддон в смеси позволяет в течение малого промежутка времени более равномерно и более эффективно проработать весь объем смеси, следовательно, способствует более эффективному тиксотропному разжижению смеси, а возникающие после воздействия ударного импульса свободные экспоненциально затухающие периодические колебания столба смеси способствуют оптимизации процесса вспучивания в течение длительного промежутка времени в паузе между импульсами [9].

По технологии встряхивания в момент удара газовый пузырек получает дополнительный импульс по направлению вспучивания и увеличивает скорость его движения; уменьшение вязкости в этот момент также интенсифицирует вспучивание смеси.

Также процесс газообразования при механических воздействиях можно описать в виде движения системы, состоящей из формы, смеси и газовых пузырьков. Причем движению газовых пузырьков препятствует сила сопротивления.

Формула Стокса [10] позволяет определить силу сопротивления, действующую на медленно движущийся в вязкой среде шарик (газовый пузырек):

$$F_{\text{сопр}} = 6\pi\eta rv, \quad (1)$$

где η – вязкость смеси; r – радиус шарика; v – его скорость.

Чем меньше сила сопротивления, тем легче газовые пузырьки будут вспучивать смесь. Из формулы (1) следует, что сила сопротивления пропорциональна скорости шарика в вязкой среде ($F_{\text{сопр}} \sim v$).

В момент удара скорость движения пузырька газа относительно формы определяется следующим выражением:

$$\bar{v}_{n/\phi} = \bar{v}_{n/c} + \bar{v}_{c/\phi}, \quad (2)$$

где $\bar{v}_{n/\phi}$ – скорость движения пузырька относительно формы; $\bar{v}_{n/c}$ – скорость движения пузырька относительно смеси; $\bar{v}_{c/\phi}$ – скорость движения смеси относительно формы.

Из формулы 2 можно определить скорость движения пузырька относительно смеси (рис. 3), которая будет равна:

$$\bar{v}_{n/c} = \bar{v}_{n/\phi} - \bar{v}_{c/\phi}. \quad (3)$$

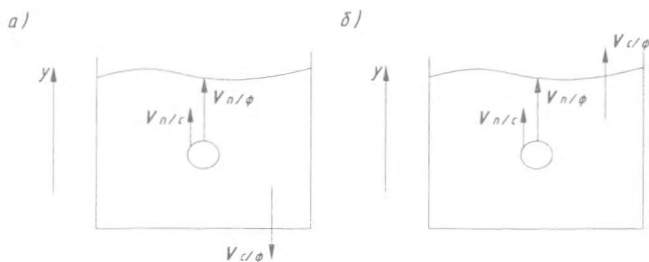


Рис. 3. Схема для определения скорости движения газового пузырька: а – при применении ударной технологии; б – при применении технологии встряхивания

При ударной технологии (рис. 3, а) скорость движения газового пузырька $v_{n/c1}$ будет равна:

$$v_{n/c1} = v_{n/\phi} - (-v_{c/\phi}) = v_{n/\phi} + v_{c/\phi} \quad (4)$$

При технологии встряхивания (рисунок 3, б) скорость движения газового пузырька $v_{n/c2}$ будет равна:

$$v_{n/c2} = v_{n/\phi} - v_{c/\phi}. \quad (5)$$

Таким образом, $v_{n/c1} > v_{n/c2}$ и в соответствии с формулой Стокса $F_{comp1} > F_{comp2}$. Следовательно, механическое воздействие по технологии встряхивания способствует более эффективному вспучиванию смеси.

Существующие методы не совершенны, так как в каждом из них присутствуют как преимущества, так и недостатки.

В литейной технологии необходимо соблюдать высокие требования к сырьевым компонентам и составу смеси.

В ударной и вибрационной имеются сложности в подборе режимов формования (частота, амплитуда), а также в необходимости частого ремонта площадок, устранения неполадок из-за высоких динамических воздействий.

Поэтому перспективным является совершенствование и развитие новых методов формования ячеистобетонных массивов, таких как штыревые

вибраторы, используемые фирмой Xella (Hebel, Ytong), и технологии встряхивания, разработанной в УО «Полоцкий государственный университет».

Литература

1. Производство и применение ячеистобетонных изделий автоклавного твердения в Республике Беларусь / Т.Г. Голубева [и др.] // Опыт производства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения: материалы 6-й междунар. науч.-практ. конф., Минск, 26 – 28 мая 2010 г.; редкол. Н.П. Сажнев (отв. ред.) [и др.]. – Минск: Стринко, 2010. – 148 с.
2. Зейфман, М.И. Изготовление силикатного кирпича и силикатных ячеистых материалов / М.И. Зейфман. – М.: Стройиздат, 1990. – 184 с.
3. Опыт производства и применения ячеистобетонных изделий автоклавного твердения в Республике Беларусь / Т.Г. Голубева [и др.] [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ais.by. – Дата доступа: 10.09.12.
4. Сажнев, Н.П. Технично-экономические показатели ячеистого бетона, изготовленного по литьевой технологии / Н.П. Сажнев, Н.Н. Сажнев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ais.by. – Дата доступа: 10.10.12.
5. The AAC compaction unit [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mooser.net>. – Дата доступа: 10.09.12.
6. Завод YTONG Можайск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hebelblok.ru/dictionary/zavod-ytong-mozhaisk.php>. – Дата доступа: 08.09.2012.
7. Установка для вспучивания ячеистобетонных смесей: пат. 5298 Респ. Беларусь на полезную модель / В.В. Бозылев, Е.В. Рядчиков, Д.Н. Шабанов; заявитель Полоц. гос. ун-т. – № u20080861; заявл. 20.11.2008; опубл. // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 3(68). – С. 202.
8. Домбровский, А.В. Исследование ударной технологии формования ячеистобетонных изделий: автореф. ... дис. канд. техн. наук: 05.23.05 / А.В. Домбровский; ВЗИСИ. – М., 1980. – 20 с.
9. Горяйнов, К.Э. Формирование ячеистобетонных массивов высотой до 1,5 м импульсным способом / К.Э. Горяйнов и [др.] // Строительные материалы. – 1983. – № 8.
10. Яворский, Б.М. Справочник по физике для студентов вузов и инженеров / Б.М. Яворский, А.А. Детлаф. – М., Наука, 1968.