

2. Евтухова, Т.Е. Формирование металлических межчастичных контактов в спекаемом пористом материале из порошка алюминия / Т.Е. Евтухова, [и др.]. // Порошковая металлургия: Респ. межвед. сб. науч. трудов / редкол.: А.Ф. Ильющенко [и др.]. – Минск: НАН Беларуси, 2018. – Вып. 41. – С. 104–110.

3. Романенков, В.Е. Формирование пористого слоя композита Al/Al(OH)₃ на подложках различного химического состава / В.Е. Романенков [и др.] // Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка: Материалы X междунар. научно-техн. конф. – Минск: НИИ ПМ НАН Б, 12–14 сентября 2012. – С. 110–111.

4. Мазюк, В.В. Формирование наноструктурированного слоя на компактной алюминиевой подложке / В.В. Мазюк, В.Е. Романенков, Е.Е. Петюшик, Т.Е. Евтухова // Порошковая металлургия: Инженерия поверхности, новые порошковые композиционные материалы. Сварка: сб. докл. 10-го междунар. Симп., Минск, 5–7 апр. 2017 г.: в 2 ч. / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]; редкол.: А.Ф.Ильющенко (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2017. – Ч. 2 – С. 337–349.

УДК 691.327.332

БЕТОН ДЛЯ ДЕКОРАТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ

Евсеева Е.А., к.т.н., доцент,

Яглов В.Н., д.х.н., профессор,

Шагойко Ю.В., ст. преподаватель

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация:

Представлены результаты исследования свойств облегченного модифицированного бетона и изучена возможность его использования для изготовления декоративных элементов фасадов зданий.

При изготовлении накладных элементов фасадного декора преимущественно используется полимербетон, который отличается прочностью, атмосфероустойчивостью и долговечностью. Однако

он обладает рядом недостатков, основным из которых является большой вес - стены должны быть рассчитаны на значительную дополнительную нагрузку, сами элементы декора требуют особо надёжного закрепления на стенах, что усложняет проведение работ. Этот недостаток возможно устранить использованием ячеистых бетонов со специальными свойствами. Широко распространены бетоны, изготавливаемые на основе портландцемента и молотого кварцевого песка. По способу производства они подразделяются на автоклавные и неавтоклавные, являющиеся менее энергоёмкими. По способу образования пор ячеистые бетоны подразделяются на пенобетоны и газобетоны, модификации которых посвящена работа.

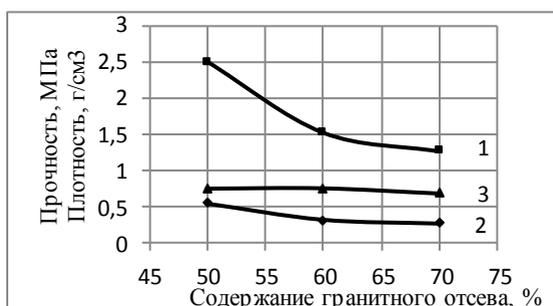


Рис. 1. Изменение плотности в г/м^3 (кривая 3), прочности при сжатии (кривая 1) и изгибе (кривая 2), МПа в зависимости от содержания гранитного отсева

Проведенные исследования показали возможность замены в составе газобетона молотого кварцевого песка на гранитный отсев, являющийся побочным продуктом производства щебня ОАО «Гранит» (г. Микашевичи). Минералогический состав отсева представлял собой смесь плагиоклаза (50-60%), кварца (5-12%), биотита (10-20%), амфибола (5-15%), эпидота (4-7%) и микроклина (1-5%) с размерами частиц менее 20 мкм. Для определения его оптимального количества при изготовлении образцов содержание цемента М500 варьировалось от 30% до 50%. В качестве газообразователя использовалась алюминиевая пудра ПАП-2 (ГОСТ 5494-95), а щелочной добавки – гидроксид натрия (ГОСТ 4328-77). После распалубки образцы подвергались пропариванию по схеме 2-5-2 и дальнейшему высушиванию до постоянного веса. Увеличение содержания гранитного отсева от 50% до

70% и соответственном снижении количества цемента привело к потере прочности при сжатии и изгибе (см. рисунок 1, кривые 1 и 3). Плотность образцов при этом практически не изменилась (кривая 3), но водопоглощение выросло на 5-8%, что является нежелательным. Испытания показали, что при изготовлении элементов декора из неавтоклавного газобетона нецелесообразно снижать содержание цемента менее 50%. Поскольку на активность взаимодействия алюминиевой пудры со щелочной добавкой оказывает существенное влияние температура бетонной смеси, подвергалась исследованию зависимость интенсивности порообразования от нагрева воды затворения. Рост температуры бетонной смеси с 35-40 °С до 45-50 °С способствует более активному газовыделению и, следовательно, порообразованию и приводит к снижению плотности ячеистого бетона на 12-20%. Дальнейшее повышение температуры приводит к снижению подвижности смеси и ускорению сроков схватывания, что в определенный момент затормаживает образование пор и плотность материала несколько возрастает.

К недостаткам использования бетона можно отнести и то обстоятельство, что выбор элементов декора ограничен определённой номенклатурой. Так, при изготовлении лепнины или барельефов, толщина деталей которых может быть небольшой и при извлечении из формы могут появляться трещины и сколы. Для повышения прочности газобетона с использованием тонкодисперсного гранитного отсева в состав сырьевой смеси вводился пластификатор бетопласт LS (ТУ ВУ 191604636.004-2013), для армирования – полипропиленовое (12мм) и бумажное волокна. Изучению подвергались составы с соотношением цемента и гранитного отсева 1:1. Введение пластификатора в количестве от 0,5 до 1 масс.% от содержания цемента (при постоянном количестве газообразователя) способствовало резкому снижению водоцементного отношения при сохранении подвижности смеси, но вместе с тем уменьшалось газовыделение, снижался объем порового пространства и, следовательно, увеличивалась плотность (с 700 до 960 г/см³) и прочность. В некоторых случаях наблюдалось расслоение смеси с появлением глубоких горизонтальных трещин в образцах.

Введение полипропиленовой фибры в количестве 0,1-0,2 масс.% от содержания цемента и гранитного отсева позволяет увеличить предел прочности при изгибе и сжатии на 7-12%, однако снижается

подвижность смеси и увеличивается плотность бетона до 1100 г/см^3 , что приводит к утяжелению изделия. При использовании в качестве армирующего компонента бумажного волокна испытания показали, что его добавление 0,1-0,15 масс.% позволяет увеличить предел прочности при изгибе на 15-18% по сравнению с неармированными образцами практически без снижения подвижности теста и без изменения плотности бетона. Однако волокно при введении в смесь кокуется и требует тщательного перемешивания и, по нашему мнению, для фигурных элементов целесообразно проводить не объемное армирование, а местное, что облегчит технологический процесс.

Для упрочнения межпорового пространства в состав цемента вводился микро- и нанокремнезем. Установлено, что наночастицы SiO_2 способны повышать прочность бетона, водонепроницаемость, продлевать срок его эксплуатации [1]. Однако испытание образцов с добавлением 1-5 масс.% микро- и 0,1-1 масс.% наночастиц SiO_2 показало малую эффективность добавки. Лучшие показатели по прочности были получены с применением сульфата алюминия. Добавление 0,8-1,0 масс % $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ позволило повысить прочность на 12-17%.

При приготовлении газобетонной смеси оказалось, что на процесс структурообразования и свойства бетона влияет порядок введения компонентов. Нами рассматривалось два способа приготовления смеси. При первом способе получения газобетона все сухие компоненты, включая цемент, гранитный отсев и порошок алюминия тщательно и интенсивно перемешивались. Отдельно в нагретую воду вводились ПАВ и щелочь. После смешивания твердой и жидкой фаз масса выливалась в формы. При втором способе получения газобетона проводилось смешивание только цемента и гранитного отсева. Жидкую фазу готовили аналогично, но без добавления ПАВ. Отдельным компонентом готовилась суспензия порошка алюминия с ПАВ. Вначале производилось перемешивание твердой фазы и воды, затем вводилась суспензия алюминия. Результаты испытаний показали, что при втором способе более интенсивно проходит реакция газообразования, что улучшало свойства конечного продукта. Изготовленные образцы барельефа покрываются специальным штукатурным составом, сглаживающим поверхность и повышающим их водонепроницаемость.

Список использованных источников

1. Тевяшев, А.Д. О возможности управления свойствами цементобетонов с помощью наномодификаторов / А.Д. Тевяшев, Е.С. Шитиков // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2009. – №4/7(40). – С.35–40.

УДК 621.793

КОНФИГУРАЦИЯ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ РАЗРЯДА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ В МАГНЕТРОННЫХ РАСПЫЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

¹Комаровская В.М., к.т.н., доцент,

²Терещук О.И., инженер II категории,

¹Латушкина С.Д., к.т.н., доцент,

²Пологов А.С., инженер I категории

¹Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь;

²ООО «ИЗОВАК»

Минск, Республика Беларусь

Аннотация

Авторами данной работы показано, что основной проблемой при формировании покрытий с использованием магнетронных распылительных систем является сравнительно высокое давление рабочего газа, при котором возникает магнетронный разряд – порядка 0,1 Па. Проанализированы существующие методы уменьшения рабочего давления МРС ниже уровня 0,1 Па. В данной работе предложена схема МРС с дополнительными магнитами, которая позволит снизить рабочее давление в камере вплоть до 10^{-2} Па.

Одним из недостатков метода формирования тонких пленок с использованием магнетронных распылительных систем является сравнительно высокое давление рабочего газа, при котором возникает магнетронный разряд – порядка 0,1 Па. При более низких концентрациях рабочего газа, а, следовательно, и давлении в вакуумной камере $<10^{-2}$ Па, разряд гаснет.