

## АНАЛИЗ РАБОТЫ СТЕРЖНЕВОЙ АРМАТУРЫ В КОНСТРУКЦИОННОМ ПЕНОБЕТОНЕ

Моргун В.Н.<sup>1</sup>, к.т.н., доцент, Виснап А.В.<sup>2</sup>, бакалавр

<sup>1</sup>Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

<sup>2</sup>Ростовский государственный строительный университет, Россия

Для строительного комплекса РФ обеспечение энергоэффективности ограждающих конструкций чрезвычайно важно. Опыт эксплуатации показывает, что возводимые в настоящее время многослойные стены возводятся с многочисленными дефектами [1,2]. Именно поэтому строители считают автоклавный газосиликат лучшим стеновым материалом. Во второй половине XX века [2] из него изготавливали не только блоки, но и армированные стеновые панели. Нормативы XX века позволяли конструкции панели иметь толщину 150...200 мм при плотности 500...600 кг/м<sup>3</sup>. В настоящее время толщину необходимо как минимум удвоить. Свойства материала по прочности на растяжение не позволяют соблюсти это требование.

Прочность на растяжение и изгиб у автоклавных газосиликатов составляет 8...10% от прочности на сжатие. Её недостаточно для того чтобы крупноразмерное изделие значительной толщины можно было бы распалубивать и транспортировать на объект без накопления в нем дефектов в виде трещин. Именно поэтому не смотря на прекрасные теплотехнические свойства и достаточную прочность на сжатие, панели из автоклавного газосиликата стройиндустрией в настоящее время практически не производятся. Хотя многоэтажные здания из них по-прежнему прекрасно эксплуатируются во многих городах [1,2], но по величине сопротивления теплопередаче уже не соответствуют требованиям СНиП.

Развитие технологии пенобетонов неавтоклавно твердения позволило в начале XXI века создать промышленную технологию пенобетона дисперсно армированного синтетическими волокнами – фибропенобетона [3]. Дисперсное армирование пенобетонов синтетическими волокнами позволяет в разы повышать прочность на растяжение и энергоёмкость разрушения строительных конструкций, существенно улучшать санитарно-гигиенические свойства помещений. Фибропенобетон плотностью 600 кг/м<sup>3</sup> обладает такой же паропроницаемостью, что и древесина сосны, а при плотности 800 кг/м<sup>3</sup> - соответствует кладке из

облегченного кирпича. Пенобетон, дисперсно-армированный синтетическими волокнами, по характеру и энергоемкости разрушения под действием нагрузок принципиально отличается от известных разновидностей ячеистых бетонов.

На фото 1 представлен фрагмент испытаний перемычки из фибропенобетона плотностью  $700 \text{ кг/м}^3$ , изготовленной на предприятии стройиндустрии в г. Ростове-на-Дону. Перемычка из фибропенобетона армирована металлически каркасом, идентичным тому, какой используется для перемычек, изготавливаемых из тяжелого бетона классов В15...В20. На снимке видно, что под действием нормативной нагрузки в растянутой зоне армированного металлическим каркасом газонаполненного бетона появились трещины, однако до разрушения ему ещё далеко.



Фото 1 – Испытание фибропеножелезобетонной перемычки

Из этого следует, что пенобетон дисперсно армированный волокнами и обладающей прочностью на сжатие существенно меньшей, чем бетон слитной структуры класса В20, утрачивает способность к хрупкому разрушению и обеспечивает повышение несущей способности железобетонной строительной конструкции за счет весьма существенного повышения прочности на растяжение при изгибе. Под действием изгибающих нагрузок фибропенобетон претерпевает следующие стадии деформирования:

1) совместную упругую деформацию фибры и бетона, которая проявляется в стадии упругого деформирования бетона;

2) при появлении в растянутой зоне бетона первой трещины в работу сопротивления механической нагрузке включаются те объемы материала, которые связаны с фиброй силами поверхностного сцепления. Поэтому материал не разделяется на части. В случае снятия нагрузки берега полученных трещин смыкаются. Если нагрузка продолжает расти, то развитие берегов трещины идет в замедленном темпе, вплоть до достижения предела упругой деформативности фибры;

3) достижение предела упругой деформативности фибры переводит фибропенобетон в состояние пластического течения дисперсной арматуры;

4) разрыв или выдергивание волокон из бетона характеризует полное разрушение материала, которое не всегда выражается разделением изделия на части.

Учитывая принципиальную разницу в энергоёмкости разрушения фибро- и пенобетона, был предпринят единичный опыт изготовления крупноразмерного армированного металлическим каркасом изделия из фибропенобетона (ФПБ) - плиты перекрытия с габаритными размерами 4800х900х300 мм [4]. При плотности 730 кг/м<sup>3</sup>, то есть, в 2 с лишним раза меньшей, чем у тяжелого бетона слитной структуры, испытываемое изделие показало, что его деформативность по величине прогибов, под действием длительно действующей нагрузки меньше, а предельная несущая способность в момент достижения предельного прогиба выше 2,4 раза.

В строительных изделиях, содержащих арматурные каркасы, сцепление возникает в результате трения бетона о сталь. Со временем оно возрастает в результате усадки цементного камня и обжатия им арматурных стержней. Повышение прочности сцепления бетонов с арматурой периодического профиля обусловлено уплотнением контактной зоны за счет усадки цементного камня и только в том случае, когда он обладает минимальной пористостью [5].

Все ячеистые бетоны высокопористы. Поэтому на прочность их сцепления с арматурой периодического профиля, безусловно, влияют все вышеперечисленные факторы, но дополнительно, по нашему мнению, должны влиять явления массопереноса в период начального формирования структуры, то есть до начала схватывания цемента. Именно поэтому нами выполнен ряд экспериментальных исследований по оценке влияния вида и средней плотности пенобетонов на прочность их сцепления с металлической и стеклопластиковой арматурой периодического профиля. Они показали, что эффективность, проявленная конструкционным ФПБ при изготовлении плит перекрытия, при армировании их металлическими каркасами может быть повышена (рисунок). Основанием для такого утверждения, являются результаты эксперимента по оценке прочности сцепления металлической (МА) и соответствующего диаметра стеклопластиковой арматуры (СПА) с пено- и фибропенобетонами конструкционного назначения.

Испытаниям на сцепление с арматурными стержнями подвергались образцы, изготовленные из равноплотных материалов, при этом стержни обоих видов арматуры диаметрами 12 и 16 мм бетонировались

смесями из одного замеса. Результаты механических испытаний на продавливание показали, что прочность сцепления с арматурой периодического профиля имеет следующие особенности:

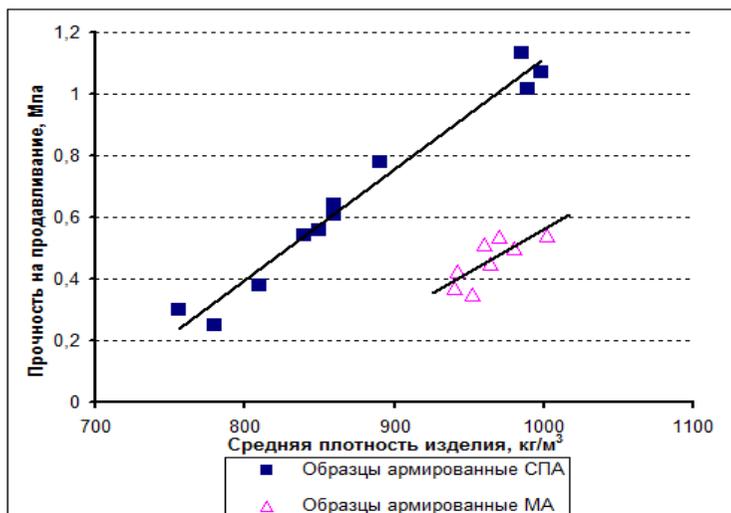


Рисунок 1 - Влияние вещественной природы стержневой арматуры на прочность её сцепления с пено- и фибропенобетонами

- во взаимодействии с пенобетонами различается незначительно, хотя со стеклопластиковой она на 10...16% выше;
- во взаимодействии с фибропенобетонами стеклопластиковая арматура работает на 108...120% лучше, т.е. более чем в 2 раза эффективней по сравнению с металлической.

В образцах, характеризующихся равной величиной сцепления обоих видов арматуры с фибропенобетоном, плотность его при наличии стеклопластикового стержневого армирования соответствующего диаметра была на 140... 110 кг/м³ меньше, чем в образцах с металлической арматурой.

### *Заключение*

Установленные различия свидетельствуют о том, что стеклопластиковая арматура в структуре фибропенобетона конструкционного назначения обладает большей прочностью сцепления с ним по сравнению с металлической. Отсюда следует, что при изготовлении строительных изделий из фибропенобетона в тех случаях, когда противопо-

жарные требования не накладывают ограничений на возможность применения стеклопластиковой арматуры, для повышения несущей способности энергоэффективных строительных конструкций целесообразно применять стержневую стеклопластиковую арматуру либо сочетать её с металлической.

### **Summary**

**Actuality of application of dispersible reinforced пенобетона is shown for making of energy-saving building constructions working under the action of the flexion loading. Results over are brought of experimental researches, reflecting efficiency of application in such constructions of fiberglass reinforcement of the cored armature.**

### *Литература*

1. Материалы «Круглого стола в республике Татарстан» от 25.05.2012 г. [rekonstroy-oskol.ru/a73522...trehslojnye-steny.html](http://rekonstroy-oskol.ru/a73522...trehslojnye-steny.html)
2. Пинскер В.А., Вылегжанин В.П. Газобетон в жилищном строительстве с максимальным его использованием // Материалы международной научно-практической конференции "Ячеистые бетоны в современном строительстве-2007", СПб, 2007. – С.8...21.
3. Моргун В.Н., Моргун Л.В., Богатина А.Ю., Смирнова П.В. Достижения и проблемы современного крупнопанельного домостроения// Ж. «Жилищное строительство», 2013, №3. – С.41...45.
4. Набоков С.М., Набокова Я.С., Чумакин Е.Р. Патент на полезную модель № 106636 «Плита перекрытия», РФ, 2011 г.
5. Шахова Л.Д. Технология пенобетона (теория и практика). М., Издательство «АСВ», 2010 г. - 246 с.