

Н.П.Садченко, Б.К.Демидович,
Л.А.Киселева, А.Б.Устимович

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕЧНОЙ САЖИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕНОСТЕКЛА

Применение в производстве пеностекла различных типов сажи как наиболее дисперсного и химически активного углеродистого газообразователя позволяет получить пеностекло с высокопористой замкнутой ячеистой структурой. В частности, канальная активная сажа с удельной поверхностью $100 \text{ м}^2/\text{г}$ использована при получении пеностекла с повышенными тепло-влажностными свойствами [1]. Согласно данным о структурообразовании в дисперсных системах [2], можно полагать, что при введении в пенообразующую смесь сажи с высоким показателем структурности будет усиливаться взаимосвязь между структурой исходной смеси и свойствами конечного материала - пеностекла.

Результаты настоящего исследования выявляют особенности технологии приготовления пенообразующих смесей, содержащих печные сажи с высоким показателем структурности и удельной поверхностью $25 - 50 \text{ м}^2/\text{г}$. Пенообразующие смеси для исследования готовили в шаровой мельнице с фарфоровой футеровкой и мелющими телами; при этом использовали стеклобой (смеси А1 - А4) или предварительно измельченное до $5 \text{ тыс. см}^2/\text{г}$ стекло (смеси Б1, Б2, табл. 1).

Таблица 1. Характеристика пенообразующих смесей

Смесь	Продолжительность приготовления смеси	Удельная поверхность, $\text{см}^2/\text{г}$	
		заданная	фактическая
А1	3,5	4000	4030
А2	5,3	5000	4990
А3	9,5	6000	5980
А4	12,5	6500	6470
Б1	3,25	6000	6050
Б2	4,75	6500	6500

Структуру сажи и распределение ее в пенообразующих смесях изучали методом электронной микроскопии, для чего частицы сажи и стекла разделяли в течение 20 - 24 ч в водно-спиртовых суспензиях и сразу же готовили препараты для исследования. Установлено, что исходная сажа характеризуется наличием двух четко различающихся групп частиц овальной формы размером 0,4 - 0,5 мкм и 0,05 - 0,1 мкм; отклонения размеров частиц в обеих группах незначительны и в количественном отношении группы равнозначны. Частицы агрегируются в основном по группам. Смешанные агрегаты встречаются редко и, как правило, образованы более крупными частицами с небольшими включениями мелких. В смеси А1 (см. табл. 1) сажа сохраняет четко выраженную цепочечную структуру с достаточно длинными (до 10 - 25 частиц) и, как правило, разветвленными цепочками. И лишь изредка встречаются одиночные частицы и агрегаты. При увеличении дисперсности смеси А2 значительно возрастает количество агрегатов-конгломератов: их число сравнимо с числом цепочек, которые становятся несколько короче - до 11 - 15 частиц в цепочке. По мере увеличения продолжительности обработки сажи в шаровой мельнице и соответственно - развития дисперсности смеси наблюдается процесс перехода от исходной структуры сажи, характеризующейся фазовыми контактами между частицами, к вторичной. Так, в смесях А3 и А4 сажа состоит в основном из однородных агрегатов, содержащих от 2 до 5 частиц и не имеющих цепочечной структуры; "суперагрегаты" не встречаются. В тонкодисперсных смесях Б1 и Б2, у которых продолжительность обработки в мельнице сокращена до 3 - 5 ч из-за высокой удельной поверхности исходного стекла, сажа составлена достаточно длинными агрегатами - до 10 - 30 частиц в смеси Б1 и до 10 - 15 в смеси Б2. При этом содержание агрегатов-конгломератов в смеси Б1 незначительно, а в Б2 их содержание несколько выше, однако тоже невелико. Таким образом, в зависимости от способа приготовления смеси и продолжительности обработки в шаровой мельнице печные сажи могут иметь преимущественно цепочечную структуру, близкую к исходной, с прочными фазовыми контактами между частицами, или вторичную в виде той или иной ее разновидности.

При разработке технологического процесса приготовления пенообразующих смесей с высокоструктурированными сажами экспериментальные работы были проведены в промышленных

шаровых мельницах типа ТМ N P №24 с неметаллическими мелющими телами и футеровкой. На основе анализа их расчетных и эксплуатационных характеристик была определена масса заполнения барабана мелющими телами в количестве 3т. Применение этих мельниц позволило получить пенообразующие смеси с минимальным содержанием примесей от истирания мелющих тел и футеровки (до 0,5%) и тем самым частично снизить гетерогенность смеси при вспенивании. Однако наибольшее влияние на вязкость и гетерогенность пиропластической массы при вспенивании оказывает структура сажи в смесях. Так, при изучении кинетики процесса помола стекла и смешивании его с сажой получены следующие данные. Необходимая удельная поверхность смеси 5,8 - 6,1 тыс. см²/г, а также ее однородность достигаются в течение 9 - 11 ч при массе смеси 1 - 1,3 т, однако данные смеси либо вообще не вспениваются, либо образуют поризованный спек с неоднородной ноздреватой структурой. В этих смесях превалирует еще цепочечная структура сажи, что в пиропластическом состоянии приводит к локальному насыщению углеродом адсорбционного слоя и повышению вязкости на границе раздела фаз - в поверхностном слое элементарных пузырьков - и последующему торможению процессов газо- и пенообразования.

С точки зрения современных представлений о структурообразовании в дисперсных системах исходное состояние саж подобного типа не является благоприятным и для прочного сцепления с частицами стекла в пенообразующих смесях. Согласно [2, 3] , этому способствует мозаичное распределение по поверхности частиц дисперсной фазы участков с высоким и низким значениями адсорбционного потенциала. Причем макромозаичность в состоянии влиять и на характер образующихся структур. В пенообразующих смесях макромозаичное энергетическое состояние поверхности может возникнуть вследствие разрушения цепочек на агрегаты и образования новых участков поверхности, имеющих размеры, соизмеримые с размером частиц сажи. Возникающая таким образом энергетическая неоднородность поверхности сажи обуславливает, вероятно, характер и свойства вторичной ее структуры, наблюдаемой нами в пенообразующих смесях.

При увеличении продолжительности процесса помола до 11 - 12 ч были получены смеси с преобладанием в них вторичной структуры сажи. Они оказались пригодными для получения пеностекла с однородной структурой и стабильными свойствами

при отборе пробы смеси непосредственно из барабана мельницы, однако после выгрузки шнеком теряли способность к вспениванию и только при увеличении длительности помола до 14 - 16 ч имели необходимое для пенообразования качество. Согласно ЭМ-исследованию, уже после 11 ч помола в смесях преобладает вторичная структура сажи. Однако структурную устойчивость к внешним механическим воздействиям, необходимую при технологии шнековой выгрузки, смесь приобретает после 14 - 16 ч помола. Поскольку увеличение продолжительности помола сопровождается нежелательным возрастанием дисперсности стекла, ограниченной на уровне $6500 \text{ см}^2/\text{г}$, исходя из производительности мельниц, прочности и водонасыщения пеностекла, загрузка стекла в мельницу была увеличена до 1,5 т. Полученная пенообразующая смесь характеризуется стабильной удельной поверхностью (S) и составом: $\Delta S_{\text{max}} = 466 \text{ см}^2/\text{г}$, $\Delta S_{\text{ср}} = 247 \text{ см}^2/\text{г}$; среднеквадратичное отклонение удельной

поверхности (σ_S) и содержания углерода (σ_C) на уровне ошибки их измерения ($\sigma_S = 157$; $\sigma_C = 0,09$). При данной ширине интервала параметров смеси пеностекло имеет определенный уровень стабильности свойств (табл. 2).

Таблица 2. Показатели стабильности свойства пеностекла

Показатели	Плотность, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, кгс/см ²
Количество измерений	28	28
Диапазон	138 - 197	4,8 - 25,9
Средняя величина	159,2	12,3
Отклонение для одного измерения	15,3	5,5
Отклонение для средней величины	2,9	1,0
Ширина 95% интервала надежности для средней величины	6,0	2,2

Полученное пеностекло обладает и высокими влагозащитными свойствами – его предельное водонасыщение не превышает 5% объема.

Таким образом, для пенообразующих смесей, содержащих печные сажи с высоким показателем структурности, продолжительность помолы в числе основных параметров технологии обуславливает стабильность структуры и свойств пеностекла.

Л и т е р а т у р а

1. Технология пеностекла для низкотемпературной изоляции/Б.К.Демидович, С.П.Каменецкий, И.Л.Майзель, Н.П.Садченко – Строительные материалы, 1971, №10, с. 16 – 17. 2. Ребиндер П.А. Физико-химическая механика дисперсных структур. – В сб.: Физико-химическая механика дисперсных структур. М., 1966, с.3 – 16. 3. Смирнов Б.Н., Филалков А.С. Строение сажевых частиц по данным электронной микроскопии. – Тр. Всесоюз. науч.-исслед. и проектно-технолог. ин-та электроугольных изделий. М., 1975, вып. 3, с. 4 – 11.

УДК 666.942.041.9:539

Н.Н.Карпиеня, Л.И.Равинская, В.Д.Мазуренко,
Г.А.Бурак, Н.А.Горбатенко

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА

Изучению поверхностей изломов твердых тел при помощи микроскопии посвящен ряд работ [1 – 3]. Известно [4 – 6], что на микроструктуру клинкера сильно влияют химический состав сырья, температурный и технологический режим его получения. Соответствующее влияние на количество образующейся минеральной фазы оказывают катализаторы.

Нами исследовался цементный клинкер, полученный на основе состава, коэффициента насыщения и модулей Волковьского цементного завода, в который с целью изучения влияния катализатора на процесс минералообразования вводили со шламом станции нейтрализации Гомельского химического завода 0,25 – 1,0% фтора.

Из подготовленных смесей методом прессования формовались образцы-таблетки (22 x 10 мм) весом около 5г, которые обжигались в электрической печи с силитовыми нагре-