

А. А. ГОНЧАРЕНКО (ДИИТ)

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА «HEATISOL-2» НА ОСНОВЕ СТЕКЛОБОЯ И ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Викладено концептуальний підхід до організації виробництва та технології отримання теплоізоляційного матеріалу «Heatisol-2». Наведено відомості про отриманий теплоізоляційний матеріал.

Изложен концептуальный подход к организации производства и технологии получения теплоизоляционного материала «Heatisol-2». Приводятся сведения о полученном теплоизоляционном материале.

This article describes conceptional approach to the organization of production and manufacturing technique of the insulative material «Heatisol-2» and gives general information on the new material.

Рациональное применение отходов промышленности в производстве теплоизоляционных материалов позволяет не только снизить их себестоимость, но и получить изделия с хорошими эксплуатационными свойствами.

Улучшение теплоизоляционных свойств материалов позволяет снизить объем высокотемпературной теплоизоляции, теплотерю через изоляцию, а использование в их производстве техногенных продуктов промышленности – снизить энергозатраты на подготовку сырья и содействует охране окружающей среды.

Основой разработанного материала является бой листового стекла, пыль газоочистки ферросилиция (ПГПФ) и пыль газоочистки производства металлического марганца (ПГПММ).

В настоящее время на многих ферросплавных заводах внедрены эффективные установки для очистки промышленных выбросов. Ежегодно только на одном заводе ими улавливается более 50 тыс. м³ пыли различного химического состава. Следует отметить, что с экологической точки зрения стекло считается наиболее трудноутилизируемым отходом. Оно не подвергается разрушениям под воздействием воды, атмосферы, солнечной радиации. Кроме того, стекло – это коррозионно-стойкий материал, который не разрушается под воздействием подавляющего количества сильных и слабых органических, минеральных и биокислот, солей, а также бактерий. Поэтому если органические отходы полностью разлагаются уже через 1–3 года, полимерные материалы – через 5–20 лет, то стекло способно сохраняться без особых разрушений десятки и даже сотни лет.

Из этого следует, что применение стеклобоя и пыли газоочистки сопровождаются такими факторами как экономичность, экологичность и эффективность [1; 2].

Способом производства материала «Heatisol-2», обеспечивающим получение равномерной струк-

туры, является порошок способ. По этому способу шихту составляют из 95...99 стекольного порошка с примесями и 5...1 частей пенообразователя. В качестве последнего применяют вещества, разлагающиеся при нагревании смеси с выделением газовой фазы. При дальнейшем нагревании массы начинается разложение пенообразователя. Выделяющиеся газы образуют в стекломассе поры, диаметр которых постепенно возрастает, что и приводит к значительному объему стекломассы [3; 4].

В качестве основного сырья применялся порошок листового оконного стекла состава, %: SiO₂ – 72,9; Al₂O₃ – 1,57; Fe₂O₃ – 0,29; CaO – 8,79; MgO – 2,2; Na₂O – 15,15.

К числу основных требований к химическому составу стекла следует отнести его кристаллизационные и вязкостные характеристики. Устойчивость стекла к кристаллизации в температурном интервале вспенивания необходима для получения теплоизоляционного материала с замкнутой и однородной структурой, поскольку в ходе процесса кристаллизации изменяется состав стекловидной фазы и в ее легкоплавкой менее вязкой фазе возрастает возможность образования каналов в стенках ячеек теплоизоляционного материала или пенообразование прекращается полностью. Поскольку присутствие внутренних поверхностей (границ зерен) оказывает каталитическое влияние на образование центров новой фазы [5], то рентгенографический анализ целесообразно проводить на образцах стекла, измельченных до тонины пенообразующих шихт и подвергнутых термообработке при температуре вспенивания. Проводились испытания порошка стекла с удельной поверхностью 6000 см²/г. Результаты, полученные при нагревании этого порошка в течение 2 часов в лабораторной муфельной печи, приведены в таблице.

Спекание порошка стекла с удельной поверхностью 6000 см²/г

Температура, °С	Вязкость стекла, пз	Состояние стекла после двухчасового нагревания
< 560	> 10 ¹¹	Свободный порошок
560...630	10 ¹¹ – 8·10 ⁸	Прогрессирующее спекание
630	8·10 ⁸	Появляется жидкая стеклообразная фаза
630...670	8·10 ⁸ – 8·10 ⁷	Прогрессирующее стеклообразование
670	8·10 ⁷	Заглушенное стекло с блестящей поверхностью, пронизанное мелкими пузырьками воздуха
> 670	< 8·10 ⁷	Постепенное осветление и превращение в прозрачное стекло

Для получения материалов «Heatisol-2» и «Heatisol-2» нами использовались такие пенообразователи – кокс, технический углерод и пиролюзит. Как правило, температура разложения пенообразователя должна быть на 150...200 °С выше температуры размягчения стекла. Исходя из этого и рассмотрев термограммы этих и других пенообразователей мы пришли к выводу о том, что использование известняка в качестве пенообразователя будет способствовать достижению лучших резуль-

татов, так как эндотермические эффекты, наблюдающиеся при нагревании шихты, содержащей известняк, в интервале 600...800 °С протекают реакции силикатообразования.

На термограмме известняка эндотермический тепловой эффект отмечается при 875 °С и особенно заметен в интервале 910...950 °С (рисунок). По данным различных авторов упругость диссоциации углекислого кальция достигает 760 мм. рт. ст. при 910...925 °С. В нашем случае диссоциация начинается при 875 °С.

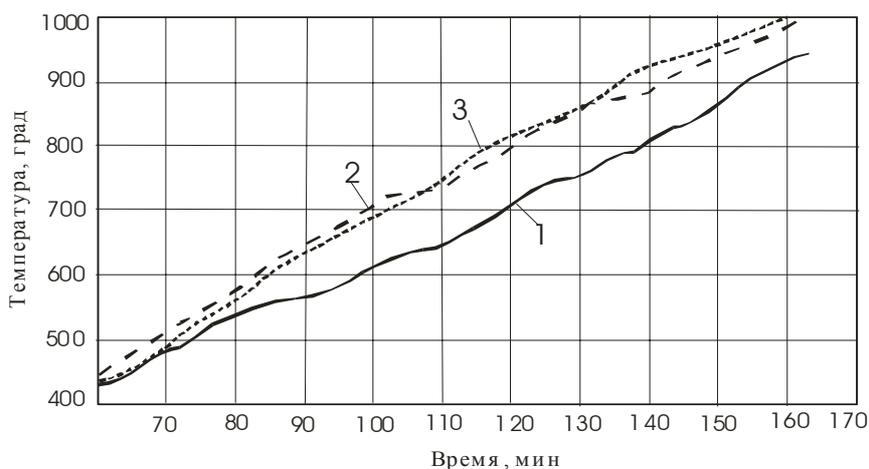


Рис. Термограммы известняка и шихты с известняком:

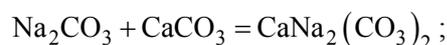
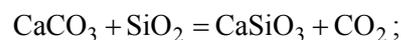
1 – шихта с известняком; 2 – известняк; 3 – эталон (шихта материала «Heatisol-2»)

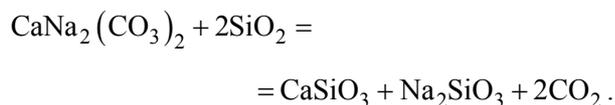
На термограмме шихты с известняком участки эндотермических эффектов сдвинуты в сторону более низких температур. Заметные отклонения от кривой нагрева эталона наблюдаются при 795...818 °С, т. е. почти на 100 °С температуры разложения известняка. Менее заметный термический эффект мы наблюдаем при 560...575 °С.

Эндотермические эффекты, можно объяснить тем, что протекают реакции силикатообразования. Начало взаимодействия между

SiO₂ и CaCO₃ относят к температуре 600 °С. При 800 °С реакции взаимодействия между SiO₂, CaCO₃ и Na₂CO₃ становятся более интенсивными.

Тепловые эффекты термограмм шихты наблюдается в температурной области следующих реакций:





В результате этих реакций известняк в присутствии порошка стекла разлагается при температуре ниже 900 °С, а именно – при 795...818 °С, начиная примерно с 600 °С, что позволяет соблюдать требования к вязкостным свойствам стекла и ограничения максимальной температуры на уровне 900 °С с целью эффективной эксплуатации жаростойких стальных форм и экономии электроэнергии.

ПППФ включает в основном аморфный диоксид кремния (75...90 %) и незначительное количество оксида железа (4...8 %), а ее удельная поверхность составляет 20 000...25 000 см²/г. ПППММ содержит в своем составе в основном карбонат марганца, а также окислы кальция и кремния. Его удельная поверхность – 10 000...15 000 см²/г [6].

В процессе нагрева аморфный кремнезем в ПППФ при 800 °С переходит в кристобалит, а малотермостабильный карбонат марганца в интервале температур 300...740 °С разлагается с выделением CO₂ и образованием MnO. Поэтому введение пылей газоочистки должно приводить к повышению прочности материала при нагревании более 300 °С за счет упрочнения контактных зон между частицами шихты, вследствие образования связей электростатической природы.

Благодаря оптимизации состава теплоизоляционного материала «Heatisol-2», путем подбора пенообразователя и введения пылей газоочистки ПППФ в количестве 1...5 % и ПППММ – 1...2 % нами были достигнуты такие результаты, а именно – повышение прочности на 20%, снижение коэффициента теплопроводности на 2 %, при объемном весе материала 280...350 кг/м³.

Таким образом, полученные результаты позволяют расширить применение теплоизоляционного материала «Heatisol-2» в развитии строительства и железнодорожного транспорта, учитывая все его признаки: качественные (теплопроводность, водопоглощение, теплопроводность), эксплуатационные (транспортабельность, складирование, монтаж, укладка), экономические (низкая себестоимость) и экологические.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пшинько А. Н. Решение вопросов энерго- и ресурсосбережения путем организации производства и технологии получения теплоизоляционного материала / А. Н. Пшинько, Н. В. Савицкий, С. А. Корецкая и др. // Строительство. Материаловедение. Машиностроение: Сб. науч. тр. – Д.: ПГАСиА, 2003. – Вып. № 25. – С. 29–31.
2. Пшинько А. Н. Использование отходов металлургической промышленности при получении модифицированного теплоизоляционного материала «Heatisol 2» / А. Н. Пшинько, Н. В. Савицкий и др. // Строительство. Материаловедение. Машиностроение: Сб. науч. тр. – Д.: ПГАСиА, 2004. – Вып. № 7–8. – С. 81–85.
3. Китайгородский И. И. Пеностекло / И. И. Китайгородский, Т. Н. Кешишян. – М.: Промстройиздат, 1953. – 77 с.
4. Шилл Ф. Пеностекло. – М.: Стройиздат, 1965. – 307 с.
5. Пилецкий В. И. Исследование процесса формирования структуры и свойств пеностекла при различных условиях его получения. Канд. дисс. – Минск, 1972. – 176 с.
6. Пшинько А. Н. Решение вопросов энерго- и ресурсосбережения путем организации производства и технологии получения теплоизоляционного материала / А. Н. пшинько, Н. В. Савицкий, С. А. Корецкая и др. // Вестник Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. – Д.: Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп., 2004. – Вып. 4. – С. 200–202.

Поступила в редколлегию 22.03.2005.