

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФИЗИКО - МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВС-КАТАЛИТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ВИБРОСТОЙКОСТЬ

М.А. Коломеец, А.А.Ситников, Г.В. Медведев,
Н.П. Тубалов, Д.С. Печенникова

В работе приведены результаты изучения влияния физико - механических характеристик СВС-каталитических материалов на их вибростойкость в нейтрализаторах отработавших газов дизелей. Получены новые знания о влиянии частот собственных колебаний и ударной вязкости пористого проницаемого каталитического материала на основе окислы стали на частоту разрушения материалов фильтра.

Ключевые слова: пористые проницаемые материалы, отработавшие газы, каталитические нейтрализаторы, вибростойкость, ударная вязкость, частота разрушения.

Решение экологических проблем транспорта во многом определяется разработкой новых конструкционных материалов для очистки газов в каталитических нейтрализаторах. Определяющими являются не только параметры качества очистки отработавших газов, но и целый ряд параметров физических, физико - механических характеристик материалов, в том числе, обеспечивающих надежность каталитических нейтрализаторов. Решение проблемы разрушения каталитических нейтрализаторов от вибраций и ударов связано с созданием новых материалов, армирования каталитических блоков, установки их на амортизаторы, изоляции от вибрации двигателей внутреннего сгорания на транспортных средствах.

Пористые проницаемые каталитические материалы металллокерамических фильтров, полученные по технологиям самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС), открытого академиком А.Г. Мерзановым и его научной школой [1], является эффективной основой для создания высокоэффективных нейтрализаторов газов, способствующих решению экологических проблем промышленности и транспорта.

Известно, что вибрации и удары сопутствуют работе многих машин и механизмов, снижая их надежность и долговечность, а также вредно воздействуя на здоровье человека. Особенно серьезная ситуация в области защиты от вибраций сложилась при установке нейтрализаторов на средствах транспорта. Поэтому снижение уровней вибрации энергетического оборудования является важ-

нейшей задачей транспорта.

В литературе отмечено влияние технологических режимов изготовления фильтров из СВС-материалов на характеристики их вибрации [2-4].

Поскольку в состав шихты входит до восьми компонентов, перед изготовлением пористых проницаемых каталитических фильтров в режиме горения технологический процесс их получения включает в себя следующие основные операции [3]:

- подготовка исходных материалов компонентов (просушивание исходных материалов, размол, рассев порошков по фракциям);
- смешивание компонентов шихты (в шнековом смесителе или барабане со смещенными центрами типа "пьяная бочка");
- формирование изделий из реакционной смеси (шихты) заполнением рабочей полости формы;
- уплотнение шихты в форме;
- СВ-синтез целевого продукта иницируемый тепловым источником.

Проведение экспериментальных исследований по определению вибростойкости пористых проницаемых каталитических фильтров в нейтрализаторах отработавших газов, потребовало установления общности в подходе с одной стороны и базирования на требованиях стандартов с другой.

За объекты испытаний приняты фильтрующие элементы, выполненные в виде втулок наружным диаметром $40 \pm 0,05$ мм с толщиной стенки $3 \pm 0,25$ мм и высотой 100 ± 2 мм. Номинальный пропускной поток газов всего фильтра составлял при перепаде давления

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФИЗИКО - МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВС-КАТАЛИТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ИХ ВИБРОСТОЙКОСТЬ

до 600 мм вод. ст. от 600 до 1000 м³/ч.

В структуре проведения исследований, в соответствии с поставленной целью и задачами были введены три основных блока:

1. Определение влияния состава шихты для получения пористых проницаемых фильтров по СВС-технологии на вибрационные характеристики материалов;

2. Определение влияния технологии изготовления фильтров из пористых СВС-материалов на их вибрационные характеристики;

3. Выявление влияния способов армирования образцов из СВС-материалов на их вибрационные характеристики.

По первому блоку исследований выявилось влияние содержания в шихте Fe₂O₃, Cr₂O₃, Cr, Ni, Al на физико-механические и физические свойства материала с одной стороны и с другой - определение при этом частот собственных колебаний, вибро смещений, виброускорений и виброускорений при частотах собственных колебаний на вибростенде.

По второму блоку исследований выявилось влияние состава и времени активации шихты в смесителе, значения усилия ее уплотнения, температуры предварительного подогрева форм с шихтой, времени отпуска образцов и состава газовой среды на диаметр пор, их извилистость удельную поверхность материала, его пористость и проницаемость.

По третьему блоку исследований экспериментально выявилось влияние типа армирования материала на его физико-механические и вибрационные характеристики. Рассмотрены варианты армирования фильтровальной сеткой, монокристаллическим металловолокном, спиралью из спицевой проволоки, насечкой из спицевой проволоки, титановой губкой. Выявлялось влияние типа армирования на механическую проч-

ность при сжатии $\sigma_{сж}$, механическую прочность при изгибе $\sigma_{изг}$, ударную вязкость, а также вибрационные характеристики материалов [5].

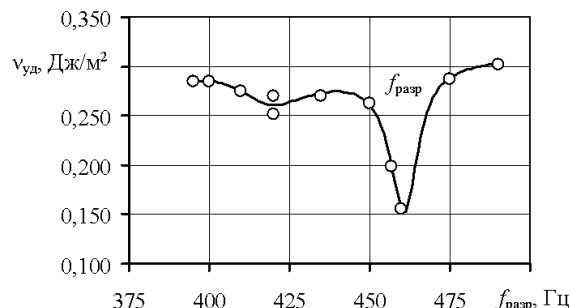


Рисунок 1 - Влияние частоты разрушения от ударной вязкости СВС - материала

Экспериментально на образцах, в состав шихты которых входят, окалина стали, оксид хрома, алюминий, с добавлением хрома, никеля, иридия, родия и меди - получены данные о величинах ударной вязкости СВС - каталитических материалов, что позволило выявить влияние частоты разрушения на величину ударной вязкости материала фильтра. В то же время значения "опасных" частот разрушения, от действующих виброускорений, имеет диапазон частот в виде двух локальных минимумов (рисунок 1), в районе частот 420 и 460 Гц, что объясняется характером разрушения материала, в его измельчении по границам зерен отдельных компонентов и образованию микротрещин. Обработка результатов экспериментальных исследований позволила получить аналитическую зависимость, связывающую величину ударной вязкости материала с величиной частоты разрушения:

$$v_{уд} = \frac{0,2190,002f_{разр} + 6,86 \cdot 10^{-6} \cdot f_{разр}^2 - 0,01 \cdot 10^{-6} \cdot f_{разр}^3 + 5,95 \cdot 10^{-12} \cdot f_{разр}^4}{1 - 0,01f_{разр} + 36,7 \cdot 10^{-6} \cdot f_{разр}^2 - 0,06610^{-6} \cdot f_{разр}^3 + 54,9 \cdot 10^{-12} \cdot f_{разр}^4 + 0,01610^{-12} \cdot f_{разр}^5}, \text{ Дж/м}^2. \quad (1)$$

Экспериментально на образцах, получены данные о величинах ударной вязкости СВС - каталитических материалов, что позволило выявить влияние частоты собственных колебаний образца на величину ударной вязкости материала фильтра. Обнаружено, что частота собственных колебаний снижается незначительно при увеличении ударной

вязкости материала (рисунок 2). Обработка результатов экспериментальных исследований позволила получить аналитическую зависимость, связывающую величину ударной вязкости материала с величиной частоты собственных колебаний:

$$f_0 = 3,249 - 0,848 \cdot v_{уд}, \text{ Дж/м}^2. \quad (2)$$

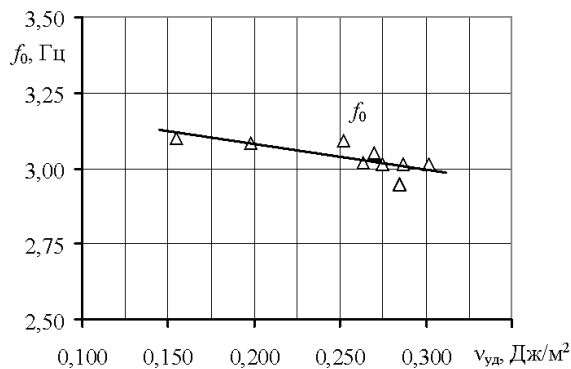


Рисунок 2 - Зависимость частоты собственных колебаний от ударной вязкости СВС - материала

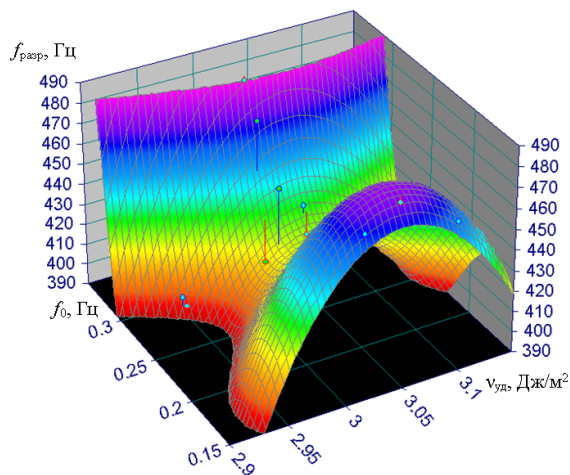


Рисунок 3 - Влияние частоты разрушения образцов из СВС - материала от ударной вязкости и частоты собственных колебаний

Необходимо признать, что изменение частоты собственных колебаний образцов из СВС - материалов в зависимости от частоты разрушения, нельзя считать существенным (около 4,8%).

Обработка результатов экспериментальных данных исследования (рисунок 3), позволила получить аналитическую зависимость, связывающую частоту разрушения материалов фильтра с величиной частот собственных колебаний и ударной вязкостью:

$$f_{разр} = -48046,16 + 286085,55/f_0 - 436038,34 \cdot f_0^2 + 24148,29 \cdot v_{уд} - 118197,40 \cdot v_{уд}^2 + 185381,17 \cdot v_{уд}^3, \text{Гц.} \quad (3)$$

Обнаруженные возможности управления частотой разрушения пористого СВС-материала, величиной частот собственных колебаний и ударной вязкостью дают предпосылки регулирования этими параметрами, при создании новых материалов повышенной вибростойкости, использованием самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, регулируя состав шихты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мержанов, А.Г. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез литых тугоплавких неорганических соединений / А.Г. Мержанов, В.И. Юхвид, И.П. Боровинская // Докл. АН СССР. - 1980. - Т. 255, №1. - С. 120-124.
2. Левашов, Е.А. Физико-химические и технологические основы самораспространяющегося высокотемпературного синтеза / Е.А. Левашов, А.С. Рогачев, В.И. Юхвид и др. - М.: БИНОМ, 2000. - 176 с.
3. Евстигнеев, В.В. Получение пористых изделий методом термосинтеза из промышленных отходов для решения экологических проблем/В.В. Евстигнеев, О.А. Лебедева, Н.П. Тубалов, В.И. Яковлев // Проблемы и перспективы литейного производства. - Барнаул, 1999. - Выпуск 1. - С. 190-191.
4. Батаев, А.А. Композиционные материалы: строение, получение, применение: Учебник/ А.А. Батаев, В.А. Батаев.-Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002.-384 с.
5. Новоселов, А.Л. Применение СВС-материалов при решении экологических проблем транспорта / А.Л. Новоселов, А.А. Мельберт, А.А. Жуйкова; под ред. д.т.н., проф. А.Л. Новоселова.- Новосибирск: Наука, 2007. - 168 с.

Колomeец М.А., аспирант кафедры "Физики".

Ситников А.А., д.т.н., проф. кафедры "Наземные транспортно-технологические системы".

Медведев Г.В., к.т.н., доц. кафедры "Наземные транспортно-технологические системы".

Тубалов Н.П., д.т.н., проф. кафедры "Физики".

Печенникова, Д.С., к.т.н. ст. преподаватель кафедры "Безопасности жизнедеятельности".

ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова», e-mail: at-05@list.ru, тел. (83852) 290814