УДК 504.3.054:(66+629)

А.А.Остроушко, А.Е.Удилов, В.И.Миняев
Уральский университет им.А.М.Горького, г.Екатеринбург
А.М.Макаров
Институт химии твердого тела УрО РАН, г.Екатеринбург
В.И.Дейнеженко
Управление «Энергогазремонт», филиал АО «Уралтрансгаз», г.Екатеринбург

ТЕРМО- И ЭЛЕКТРОКАТАЛИТИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЗАЩИТЫ АТМОСФЕРЫ ОТ ВЫБРОСОВ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ

Проведены исследования композиций с высокой каталитической активностью, состоящих из носителя (пеноматериал), промежуточного оксидного слоя и сложнооксидного каталитического покрытия. На базе композиций оптимизированных составов созданы термокаталитические устройства обезвреживания комплекса токсичных веществ в газах для химической промышленности, транспорта и теплоэнергетики. Разработано, запатентовано и успешно проходит испытания электрокаталитическое устройство непрерывной осушки природного газа с электролитической регенерацией. Устройство дает возможность бесперебойной эксплуатации двигателей внутреннего сгорания на более экологичном топливе в любых климатических условиях.

The investigations to find composition with high catalytic reactivity that consists of support medium (foam material), oxide interlayer and catalytic composite oxide coating have been made. The catalytic thermal devices for gas toxic compounds neutralization that could be used in chemical, transport industries and in the heat power industry were developed on the basis of optimized compositions. An electro-catalytic device for continuous natural gas dehydration with electrolytic regeneration was designed and patented. The device favours the continuous undisturbed operation of internal-combustion engines that burn ecologically friendly fuel in any climatic zone. The above-mentioned devices undergo successfully field trials.

Отходящие газы промышленных производств, теплоэнергетики, выхлопные газы автотранспорта и пр. содержат ряд токсичных веществ: угарный газ, углеводороды, в том числе канцерогенные, сажу, оксиды азота и пр. Один из наиболее эффективных и экономически приемлемых методов защиты окружающей среды – термокаталитическая очистка. Этим методом можно нейтрализовать вредные вещества стационарных и подвижных источников загрязнения. В рамках проекта разрабатываются термокаталитические устройства для комплексной очистки газов широкого диапазона применения. Созданы композиции, состоящие из носителя, промежуточного слоя и активного покрытия. В качестве носителей используются пенометаллические материалы (пеноникель). Промежуточным слоем служит, в частности, оксид алюминия, стабилизированный оксидом лантана. Активные сложнооксидные покрытия имеют структуру перовскита, содержащего лантан, марганец, или монацита на основе ванадата лантана. Как правило, сложные оксиды допированы добавками стронция, серебра, цезия и др. Исследования показали, что указанные композиции представляют взаимосвязанную систему, свойства которой не аддитивны, а составные части взаимно влияют друг на друга. Носитель, благодаря его строению, обеспечивает невысокое газодинамическое сопротивление и хороший контакт с газами. Промежуточный слой позволяет увеличить удельную поверхность катализатора и оказывает промотирующее действие, повышая активность катализаторов. Сложнооксидные покрытия на основе перовскита обладают каталитической активностью по отношению к реакциям глубокого окисления органических веществ и угарного газа (рис.1), с одновременным восстановлением оксидов азота до молекулярного азота. Ванадат лантана-цезия (рис.2) обладает способностью ускорять окисление углеродистых веществ (сажи). Одним из главных преимуществ разрабатываемых каталитических материалов является их более низкая по сравнению с материалами, содержащими металлы платиновой группы, себестоимость, а также повышенная устойчивость к соединениям тяжелых металлов и серы.

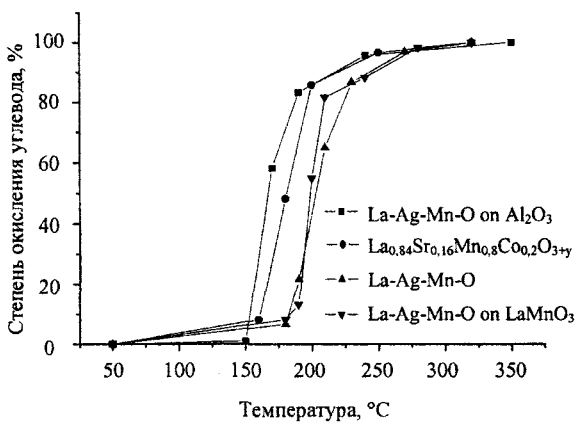


Рис.1. Каталитическая активность композиций в реакции дожигания CO (начальная концентрация 700 мг/м^3)

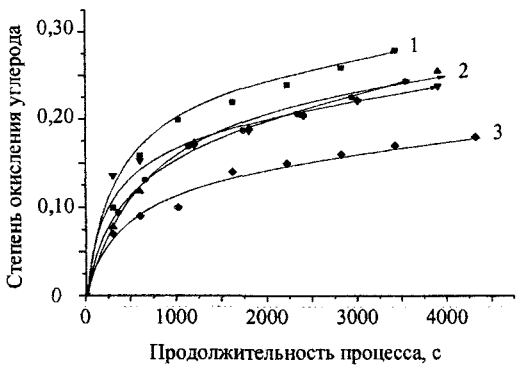


Рис.2. Каталитическая активность ванадата лантана-цезия в реакции окисления углерода оксидом азота при 350 °С

1 – с катализатором без промотора; 2 – с содержанием промотора (сульфата цезия) от 1 до 10 % по массе; 3 – без катализатора

Исследования каталитических свойств композиций различного состава позволяют выбирать наиболее оптимальные по свойствам и экономичности составы. Ранее нами было показано, что реакция дожигания углерода на ванадате лантана-цезия существенно ускоряется при наличии промотора (сульфата цезия). Изучение влияния сульфата цезия на реакцию окисления углеродистых веществ оксидом азота показало, что данную реакцию он не ускоряет. Следовательно, комплексная очистка газов требует использования комбинированных каталитических блоков.

Проведенный двухгодичный цикл исследований* включал испытания следующих устройств и материалов:

- термокаталитических устройств в акрилатном производстве для дожигания паров нитрила акриловой кислоты;
- катализаторов на печах для производства зубопротезных материалов, оборудованных блоком принудительной вентиляции и термокаталитической очистки (изготовлена опытная партия катализаторов селективного окисления аммиака до молекулярного азота);
- нейтрализаторов выхлопных газов двигателя карбюраторного типа, работающего на природном газе (силовой агрегат автозаправочной газонаполнительной компрессорной станции) и дизельной установки тепловоза (часть исследований проведена в Германии, г.Котбус).

Во всех случаях катализаторы обеспечивали очистку газов от вредных компонентов не менее чем на 60-100 %. Для расширения температурного диапазона эксплуатации (например, для автотранспорта в режиме холодного запуска) проводились поисковые работы по созданию катализаторов с непосредственным токовым подогревом. Разработана методика получения перовскитных каталитических покрытий на пеноматериалах на основе карбида кремния, об-

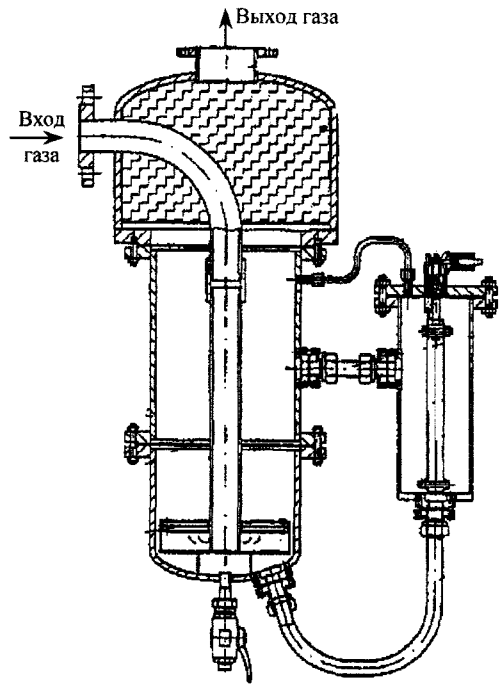


Рис.3. Осушитель природного газа

ладающего необходимым электросопротивлением.

Перевод двигателей внутреннего сгорания, в том числе автотранспорта, на альтернативное газовое топливо улучшает экологическую ситуацию за счет снижения выбросов вредных веществ. Для обеспечения устойчивой эксплуатации транспортных средств в любых климатических условиях без конденсации и замерзания влаги в топливном оборудовании нами было разработано и запатентовано экономичное и простое в эксплуатации электрокаталитическое устройство (рис.3), в котором осуществляется непрерывная осушка газа с электролитической регенерацией абсорбента. Годичные эксплуатационные испытания устройства (производительность 450 $м^3$ сжатого газа в час с нормативным содержанием влаги не более 9 $мг/м^3$) позволили наметить пути дальнейшего совершенствования конструкции осушителя.

При выполнении работы использована частичная поддержка от CRDF (проект REC-005) и проекта РФФИ-Урал (02-03-96443).

* *Остроушко А.А.* Технология изготовления катализаторов. Термокаталитическая очистка отходящих газов в промышленности, энергетике, на транспорте / Уральский ун-т. Екатеринбург, 2002.