

**ПОЛУЧЕНИЕ СИНТЕЗ-ГАЗА ИЗ УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА  
В КАТАЛИТИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ЧАСТИЧНОГО ОКИСЛЕНИЯ.  
ПРОЕКТ № 110**

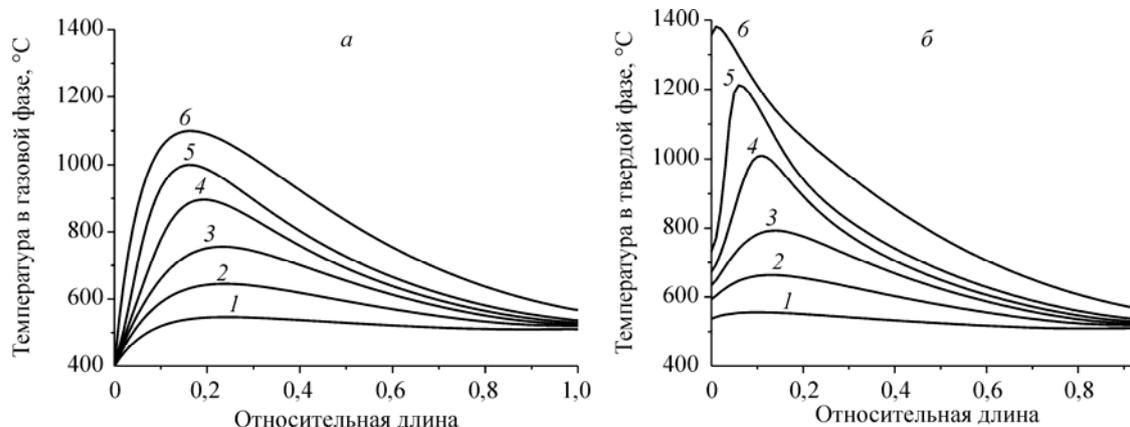
**Координаторы:** д-р хим. наук Собянин В. А., член-корр. НАН РБ Жданок С. А.  
**Исполнители:** ИК СО РАН, ИТМО НАН РБ

Разработан катализатор, представляющий собой модифицированную сложную оксидную систему с регулируемой подвижностью объемного и поверхностного кислорода. Активными компонентами катализатора являются микрочастицы сплава платина—никель, нанесенные на подложку из церий-циркониевого твердого оксидного раствора.

Оптимизированы составы блочных носителей на основе корунда и материалов с низким коэффициентом термического расширения. Показано, что вторичный носитель на основе термостабильных оксидов с регулируемой пористой структурой, покрывающий сплошной пленкой кордиерит, предохраняет его от плавления и деформации. Проведен комплекс работ с целью разработки технологии приготовления сотового катализатора с тонкими стенками, который должен обладать минимальным коэффициентом термического

расширения. Разработанная технология позволяет получать блочные катализаторы сотовой структуры с характеристиками: содержание платины — 0,3 мас.%; селективность по водороду — 96 — 97 %; селективность по оксиду углерода — 98 — 99 %; размер канала — 1 мм; толщина стенки — 0,25 мм; термостабильность — 1300 °С. Катализатор обеспечивает высокий уровень конверсии метана и селективность по оксиду углерода даже в присутствии кислорода в газовой фазе.

Методами математического моделирования процесса по одномерной и двумерной двухфазным моделям гидродинамики, тепло- и массопереноса в структурированных катализаторах с нестационарной кинетикой на базе детального механизма реакции описаны наблюдаемые динамические эффекты процесса в период запуска. На рисунке показаны профили температуры по каталитическому блоку в газе



Профили температуры по каталитическому блоку в период запуска: *a* — в газовой фазе; *б* — в твердой фазе. 1 — 0,8 с; 2 — 2,4 с; 3 — 4 с; 4 — 5,6 с; 5 — 7,2 с; 6 — 12 с.

Thermal profile along catalytic block at starting period: *a* — in gas phase; *б* — in solid phase. 1 — 0.8 sec; 2 — 2.4 sec; 3 — 4 sec; 4 — 5.6 sec; 5 — 7.2 sec; 6 — 12 sec.

и твердой фазе в период пуска. В течение 12 с максимальная температура в твердой фазе на входном участке каталитического слоя с начальной 400 °С поднимается до 1350 °С. В течение первых секунд наблюдаются только продукты глубокого окисления метана, а именно CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O с выделением большого количества тепла. Возникающий температурный градиент по каталитическому блоку может служить причиной его разрушения. Газ прогревается более медленно, и его температура значительно ниже.

Проведен сравнительный анализ динамики температуры и концентрации компонентов в газовой и твердой фазах монолитного каталитического блока, установившихся параметров процесса, факторов риска, приводящих к дезактивации катализатора и условий оптимального ведения процесса. Показано, что интенсивность теплообмена по периметру сечения канала сотового катализатора изменяется с формой канала, что может оказывать влияние на селективность процесса при сложной кинетике.

В Институте тепло- и массообмена им. А. В. Лыкова РАН РБ и в Институте катализа СО РАН разработаны и изготовлены автоматизированные экспериментальные стенды, пригодные для работы при повышенном давлении. Предложена конструкция реактора, в котором стабилизация положения волны горения в рабочем теле реактора достигается за счет особенностей распределения потоков реагентов, в первую очередь, градиента скорости газов. Отработаны методики эксперимента. Проведено исследование процесса частичного окисления метана на ряде катализаторов.

В результате работы по настоящему проекту созданы физико-химические основы технологии получения синтез-газа путем окисления метана на блочных катализаторах. Заложены предпосылки для дальнейшей совместной работы участников проекта над созданием промышленно важного процесса получения синтез-газа под давлением до 30 атмосфер в реакторе с короткими временами контакта по катализатору.

### Основные публикации

1. *Sadykov V. A., Kuznetsova T. G., Alikina G. M. et al.* Ceria-based fluorite-like oxide solid solutions as catalysts of methane selective oxidation into syngas by the lattice oxygen: synthesis, characterization and performance// *Catalysis Today*. 2004. V. 93—95. P. 45—53.
2. *Sadykov V. A., Voronin V. I., Petrov A. N. et al.* Structure specificity of nanocrystalline praseodymia doped ceria// *Mater. Res. Soc. Symp. Proc.* 2005. V. 848.
3. *Sadykov V. A., Frolova Y. V., Kriventsov V. V. et al.* Specificity of the local structure of nanocrystalline doped ceria solid electrolytes// *Mater. Res. Soc. Symp. Proc.* 2005. V. 835.
4. *Садыков В. А., Павлова С. Н., Бунина Р. В. и др.* Селективное окисление углеводородов в синтез-газ при малых временах контакта: дизайн блочных катализаторов и основные параметры процессов// *Кинетика и катализ*. 2005. Т. 46. С. 227—250.
5. *Тухов С. Ф., Романенков В. Е., Садыков В. А. и др.* Пористые композиты на основе оксид-алюминиевых керметов. (Синтез и свойства). Новосибирск: Гео, 2004. 205 с.