ОТЗЫВ

научного руководителя диссертационной работы Макаевой Нурсаи Мейрамовны «Неорганические композиционные материалы для получения водорода и наноуглерода из метана», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 8D07104-Химическая технология неорганических веществ.

В связи с переходом к «зеленой» технологии во всем мире идет интенсивная работа по поиску альтернативных источников энергии и энергоносителей. Одним из перспективных, современных энергоносителей является водород, что определяется экологической чистотой, универсальностью и высокой эффективностью процессов преобразования энергии с его участием. В настоящее время наиболее распространенными технологиями для производства водорода являются: паровой риформинг метана (ПРМ), каталитическое разложение метана (КРМ), парциальное окисление метана, газификация угля и других углеводородов, электролиз воды, фотокаталитическое расщепление воды, газификация биомассы. По сравнению с ископаемым топливом, другими углеводородами и биомассой, метан является лучшим источником для получения водорода, поскольку его легко освоить, и он имеет высокое отношение водорода к углероду.

Каталитическое разложение метана до водорода и наноуглерода позволяет получить водород без выбросов оксидов углерода. Кроме того, наноуглерод, который является продуктом этого процесса, также имеет широкие перспективы применения в различных областях, включая катализ и электронику. В целом, каталитическое разложение метана представляет собой интересное и перспективное направление исследований в области экологически чистых и энергоэффективных технологий.

Наиболее изученными катализаторами для КРМ являются никельсодержащие, нанесенные на различные носители. Однако они чувствительны к рабочей температуре и быстро дезактивируются при высокой температуре. Железосодержащие катализаторы являются более стабильными, но менее активными по сравнению с никельсодержащими катализаторами. Следовательно, добавление других металлов в качестве промоторов открывает интересный путь для увеличения выхода водорода и стабильности при более высоких температурах в реакции разложения метана.

Целью диссертационной работы является разработка научно-обоснованных активных неорганических композиционных материалов с заданными каталитическими свойствами направленного действия для разложения метана в водород и наноуглерод.

Диссертационная работа выполнена в рамках грантового проекта AP08855564 «Получение водорода и наноуглерода из природного газа - метана при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Научные теоретические и экспериментальные результаты, полученные в диссертационной работе Макаевой Н. являются полностью обоснованными современными методами анализа. К числу наиболее значимых результатов следует отнести:

Разработаны новые композиты на основе оксида железа, синтезированные методами капиллярной пропитки и электрохимическим осаждением.

Показано, что на активность Fe-Ni содержащих композитов влияет метод их синтеза. Катализатор Fe-Ni приготовленный электрохимическим способом более активен при высоких температурах реакции (800-850 ^{o}C).

Согласно результатам БЭТ, H_2-ТПВ и РФА увеличение активности Fe- Ni композитов в разложении метана по сравнению с Ni-пеной связано с увеличением текстурных характеристик композитов, а также с образованием сплава Ni-Fe. Образование сплава Ni–Fe способствует снижению температуры восстановления композита. Рамановские исследования отработанных в КРМ композитов показали, что на Ni-Fe 150 циклов, проявившем наиболее повышенную активность и стабильность в реакции

разложения метана, образуется графит с более высокой дефектностью, что способствует прохождению разложения метана на участках Ni-Fe 150 циклов, не покрытых углерод.

Композиты Fe-Ni приготовленные методом капиллярной пропитки по влагоемкости носителя (γ-Al_2O_3), более активны при относительно низких температурах (650-750 ^oC) процесса КРМ, по сравнению с композитами приготовленными электрохимическим способом.

Установлено, что по сравнению с биметаллическими Fe-Ni/γ-Al_2O_3 композитами полиоксидный железо-никель-церий, содержащий композит проявляет более высокую активность в реакции каталитического разложения метана.

Согласно данным РФА, СЭМ и Раман при разложении метана на композите 15%Fe - 5%Ni/γ-Al_2O_3 образуется 1-2 слойный графен, центром роста которого могут являться агрегированные частицы оксидов Fe или Ni. На Fe-Ni-Ce/γ-Al_2O_3 композите образуются однослойные нанотрубки. Введение оксида церия в состав 15%Fe – 5%Ni/γ-Al_2O_3 способствует диспергированию активных фаз, тем самым создавая условия зарождения и роста свободного углерода в виде нанотрубок, что положительно влияет на активность и стабильность 15%Fe - 5%Ni- 2%Ce/γ-Al_2O_3 композита в разложении метана.

За время обучения в докторантуре Макаева Н. освоила методики эксперимента и анализа на установках по изучению каталитических реакций, термопрограммированного восстановления водородом, хроматографического анализа C_1-C_{10} углеводородов, а также методику синтеза оксидных катализаторов методом капиллярной пропитки носителя по его влагоемкости водным раствором солей металлов, электрохимического осаждения и др.

Макаева Н. проявила себя как трудолюбивый, исполнительный, целеустремленный исследователь, способный анализировать материал из различных источников информации.

Основные результаты диссертационного исследования изложены в 11 научных работах из них 2 статьи в журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки Республики Казахстан, 4 статьи в рецензируемых журналах, входящих в базу Scopus, 5 тезиса в материалах международных конференций и симпозиумов. Получен патент на полезную модель. Диссертант неоднократно выступала с устными докладами на международных конференциях.

Как научный руководитель я удовлетворена общим результатом работы. Считаю, что диссертационная работа Макаевой Нурсаи Мейрамовны «Неорганические композиционные материалы для получения водорода и наноуглерода из метана», представленной на соискание степени доктора филисофии (PhD) по специальности 8D07104-Химическая технология неорганических веществ, соответствует требованиям «Правил присуждения ученых степеней» Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН Республики Казахстан, а ее автор заслуживает присуждения степени доктора философии PhD по специальности 8D07104-Химическая технология неорганических веществ.

Научный консультант
Кандидат химических наук, профессор
главный научный сотрудник, зав. лабораторией
каталитических процессов РГП на ПХВ «Институт
проблем горения» Е.А. Ергазиева

ҚҰЖАТТАР БӨЛІМІ