3. Тема проекта: ***AP08855564******«Получение водорода и наноуглерода из природного газа-метана»***

***Актуальность:*** Каталитическое разложение метана является многообещающей технологией для производства водорода и наноуглерода без выбросов оксидов углерода (СО, СО2), и в то же время является перспективной заменой паровой конверсии метана для получения водорода. Основным преимуществом КРМ по сравнению с электролизом воды является доступность сырья (метана), в то время как электролиз в основном зависит от доступности и стоимости электричества. Фотокаталитическое расщепление воды на водород и кислород с нулевыми выбросами парниковых газов с использованием фотоэлектродов очень ценно для энергетики и экономики во всем мире, однако фотоэлектродные материалы, которые имеют специальные каталитические характеристики и стабильность в светлой среде, пока не обнаружены. Кроме того, производство наноуглерода в виде ценного побочного продукта делает каталитического разложения метана экономически конкурентоспособным по сравнению с другими методами.

Полученный водород может быть применен в области электронной, металлургической, синтеза тонких органических химикатов и аэрокосмической промышленности. Наноуглерод, получаемый в качестве побочного продукта в процессе разложения метана, благодаря своим уникальным свойствам находят применение в различных отраслях промышленности: от нефте- и угледобычи до автомобилестроения. Добавление наноуглеродныхматериалов в различные материалы существенно повышает их прочность, коррозионную и износостойкость.

Создание технологии получения водорода и наноуглерода из метана без выбросов оксидов углерода с применением недорогих, высокоактивных и стабильных катализаторов является *актуальной* задачей. Переработка метана до ценных товарных продуктов является практический значимым направлением для нашей страны так как Казахстан обладает крупными запасами природного газа, в стране имеются большие запасы концентрированного метана. Однако, в настоящее время метан применяется в основном в виде топлива или сжигается в факелах на газокомпрессорных станциях.

***Целью проекта***является создание экологический чистой технологии получения водорода и наноуглерода из природного газа метана на новых, недорогих, стабильных композиционных материалах. Определение физико-химических свойств катализаторов, влияющих на их активность и стабильность в разложении метана.

***Ожидаемые результаты:*** Будут приготовлены новые, наноразмерные композиты на основе оксида железа для разложения метана. Будут исследованы влияние модифицирующих добавок (оксиды никеля, меди и др), а также метода синтеза на активность работы железного катализатора. Установлены эффективные технологические режимы (температура, объемная скорость реакции) процесса разложения метана. Определены физико-химические характеристики синтезированных катализаторов, влияющих на их активность и стабильность в изучаемом процессе. Полученные результаты будут опубликованы в авторитетных журналах, входящих в базу Scopus или Web of science. Будет оформлен патент РК. Составлена рекомендация на внедрение технологии каталитического разложения метана.

Целевыми потребителями полученных результатов могут быть металлургические, нефтеперерабатывающие, химические заводы, автотранспорт, сельское хозяйство, научные организации и др.

***Достигнутые результаты*:** Получены новые композиты разложения метана на основе оксида железа. Определено наиболее эффективное содержание оксида никеля в составе железного композитаFe2О3:NiO. Исследовано влияние температуры и объемной скорости реакции, влияние окислителя и предварительного восстановления на активность модифицированного железного композита. Определены условия предварительного восстановления железных композитов (Н2:N2=1:15, V=50 мл/мин, Т=700оС, t=60 мин.).

Изучено влияние природы модифицирующих добавок (оксиды Ni, Cu, Co, Мо) на активность композита на основе железа. Определены эффективные модификаторы (оксиды никеля и молибдена) повышающие активность железного композита в разложении метана.

Исследование активности низкопроцентных монометаллических и биметаллических никель, кобальт содержащих катализаторов в разложении метана в интервале температур 550-800оС показало, что по сравнению с монометаллическими катализаторами Со/γ-Al2O3, Ni/γ-Al2O3 биметаллический образец Ni-Co/γ-Al2O3 проявляет более высокую активность в реакции разложения метана. По активности в конверсии метана при 600оС катализаторы можно расположить в следующем ряду: Ni-Co/γ-Al2O3 (Хсн4=86%)>Ni/γ-Al2O3 (Хсн4=15,3%)>Co/γ-Al2O3 (Хсн4=1,2%). Определено, что оксид кобальта не следует рассматривать, как активный центр разложения метана, а как модифицирующая добавка для повышения активности никелевого катализатора.

Методами БЭТ, РФА, СЭМ, ТПВ-Н2 и ТГА исследованы физико-химические свойства композитов и определена их взаимосвязь с активностью в разложении метана. Из результатов ТПВ-Н2 и РФА следует, что увеличение каталитической активности 15%Fe/γ-Al2O3с введением оксида никеля и молибдена связано с образованием легко восстанавливаемых фаз NiFe2O4и Fe2(MoO4)3. При этом происходит облегчение восстанавливаемости катализатора, которое обеспечивает рост концентрации металлических частиц – активных центров, что и может быть причиной повышения каталитических свойств биметаллических катализаторов по сравнению с монометаллическими.

***Члены исследовательской группы:***

1) Ергазиева Г.Е., гнс, к.х.н., руководитель проекта. Author ID в Scopus – [6506013819](http://www.scopus.com/inward/authorDetails.url?authorID=6506013819&partnerID=MN8TOARS), Researcher ID Web of Science – [F-5165-2015](https://publons.com/researcher/F-5165-2015/), ORCID – [http://orcid.org/0000-0001-9464-5317](https://www.scopus.com/redirect.uri?url=http://www.orcid.org/0000-0001-9464-5317&authorId=6506013819&origin=AuthorProfile&orcId=0000-0001-9464-5317&category=orcidLink). Индекс Хирша – 3.

2) Досумов К., гнс, д.х.н., профессор. Author ID в Scopus – [16457684200](http://www.scopus.com/inward/authorDetails.url?authorID=16457684200&partnerID=MN8TOARS), Researcher ID Web of Science – [N-9935-2017](https://publons.com/researcher/N-9935-2017/), ORCID – [http://orcid.org/0000-0001-5216-0426](https://www.scopus.com/redirect.uri?url=http://www.orcid.org/0000-0001-5216-0426&authorId=16457684200&origin=AuthorProfile&orcId=0000-0001-5216-0426&category=orcidLink). Индекс Хирша – 7.

3) Анисова М.М., снс, PhD. Author ID в Scopus – [57192933182](http://www.scopus.com/inward/authorDetails.url?authorID=57192933182&partnerID=MN8TOARS), Researcher ID Web of Science – [F-5473-2015](https://publons.com/researcher/F-5473-2015/), ORCID – <http://orcid.org/0000-0001-9622-5164>. Индекс Хирша – 2.

4) Мамбетова М.М., нс, PhD докторант. Author ID в Scopus – [57211435956](http://www.scopus.com/inward/authorDetails.url?authorID=57211435956&partnerID=MN8TOARS), Researcher ID Web of Science – [N-5696-2014](https://publons.com/researcher/N-5696-2014/), ORCID – [https://orcid.org/0000-0002-1744-3647](https://www.scopus.com/redirect.uri?url=https://orcid.org/0000-0002-1744-3647&authorId=57211435956&origin=AuthorProfile&orcId=0000-0002-1744-3647&category=orcidLink%22). Индекс Хирша –1.

5) Мылтыкбаева Л.К., снс, PhD. ORCID – <https://orcid.org/0000-0002-0322-0135>. Индекс Хирша – 2.

6) Мақаева М.М., инж., PhD докторант. ORCID – <https://orcid.org/0000-0002-1638-7460>.

***Список публикаций по проекту***

1. Gaukhar E. Ergazieva et all. Effect of preparation method on the activity of bimetallic Ni-Co/Al2O3 catalysts for dry reforming of methane // Chemical Papers – 2021. – Vol. 75. – P. 2765–2774 (2021). Q 2, percentile 58. <https://doi.org/10.1007/s11696-021-01516-y>

2. Yergaziyeva G.Y., Makayeva N., Shaimerden Zh., Soloviev S.O., Telbayeva М.М., Akkazin Е.А. Catalytic Decomposition of Methane over Al2O3 Supported Mono- and Bimetallic Catalysts **//** Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis – 2021. Q 3, percentile 38. <https://doi.org/10.9767/bcrec.17.1.12174.1-12>

3. Ергазиева и др. Влияние взаимодействия компонентов в никель-кобальтовых катализаторах на их активность в разложении метана // Горение и плазмохимия – 2021. – -Т. 19, №3. – С. 189-196. 187-194. <https://doi.org/10.18321/cpc441>

4. Makayeva N., Shaimerden J., Yergaziyeva G. Ye., Dossumov K., Telbayeva M.M., Maratova L. Catalytic decomposition of methane on iron composites // International Congress of Chemical and Process Engineering, Chisa Virtually – 2021. – Р.110.

5. Yergaziyeva G., Makayeva N., Shaimerden J., Telbayeva M., Dossumov K. Study of the possibility of using catalysts based on iron-ore concentrate in the decomposition of methane // 8th edition of Global Conference on Catalysis. Chemical Engineering & Technology – 2021. September 27-29, Paris, France.

6. Yergaziyeva G., Makaiyeva N., Shaimerden J., Telbayeva M. Influence of the nature of carriers on the activity of the iron catalyst in the decomposition of methane // 11th International Advances in Applied Physics & Materials Science Congress & Exhibition (APMAS2021) – 2021. 17-23 October, Mugla, Turkey.

7. Ergaziyeva G.E., Makayeva N.M., Shaimerden J., Anissova M.M., Akhmetova F. Influence of cerium oxide on catalytic properties of FeNi/Al2O3 in methane decomposition // Materials XII International Symposium «Combustion and Plasmochemistry. Physics and Chemistry of Material Science». – Almaty. – October 12-13, 2021. – P.15.