

**Отзыв официального рецензента
на диссертационную работу Чжан Сюйлян “Каталитическая конверсия биогаза в синтез-газ”, представленную на соискание
степени доктора философии (PhD) по специальности 6D073900 – Нефтехимия.**

№п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	<p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:</p> <p>1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</p> <p>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p>	<p>Диссертационная работа соответствует приоритетному направлению развития науки: «Рациональное использование природных ресурсов, в том числе водных ресурсов, геология, переработка, новые материалы и технология, безопасные изделия и конструкции» и выполнялась в рамках государственного грантового финансирования по следующим проектам:</p> <p>1) AP05133881 «Каталитическая переработка C1-C4 углеводородов в промышленно важные газонефтехимические мономеры» (№ госрегистрации 0118PK00275, 2018-2020 гг.);</p> <p>2) AP08052090 «Создание каталитических систем с регулируемыми свойствами для синтеза ценных товарных продуктов» (№ госрегистрации 0120PK00141, 2020-2022 гг.).</p>
2.	Важность для науки	Работа вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта.	В работе синтезированы и исследованы монометаллические Ni, Co и биметаллические Ni-Co катализаторы, приготовленные как методами СВС (массивные), так и пропитки по влагоёмкости (нанесенные) для каталитического риформинга биогаза в синтез-газ, что вносит существенный вклад в науку и важно для практического применения
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) Высокий;	Уровень самостоятельности автора диссертационной работы заключается в анализе литературных данных, выполнении экспериментальной части работы, в выполнении физико-химических методов анализа, обобщении и интерпретации полученных экспериментальных данных и выводов.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована;	Результаты фундаментальных исследований закономерностей формирования активных компонентов катализаторов используются

			для решения актуальных прикладных задач глубокой переработки природного газа в синтез-газ, являющийся, с одной стороны, синтетическим топливом нового поколения, с другой стороны, основой для производства ценных жидких продуктов, реализацией актуального современного направления Gas to Liquid (GTL). Разработка новых катализаторов, а также оптимальных технологических условий получения синтез-газа в процессе конверсии биогаза является вкладом в фундаментальный и прикладной катализ.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает;	Диссертационная работа посвящена разработке оксидных катализаторов для селективной конверсии биогаза в синтез-газ, приготовленных традиционным методом пропитки по влагоемкости и современным СВС (самораспространяющийся высокотемпературный синтез) методом, что полностью отражает тему диссертации.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) соответствуют;	Диссертационную работу отличает целостность и логичность постановки цели и задач, а также путей их реализации.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) полностью взаимосвязаны;	Разделы и положения диссертационной работы логически взаимосвязаны, начиная с синтеза катализаторов, изучения их физико-химических характеристик, их изменения в ходе каталитической реакции и взаимосвязи с каталитической активностью и стабильностью.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) критический анализ есть;	Высокий научный уровень выполненного исследования подтверждается научными публикациями как в Казахстанских журналах (News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series Chemistry and Technology), так и в журналах дальнего зарубежья (Materials Today: Proceedings; ChemistrySelect.), апробацией результатов на международных конференциях и симпозиумах, а также получением патента на полезную модель РК.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) полностью новые;	Степень новизны каждого научного результата, сформулированного в диссертации, состоит в том, что разработаны новые оксидные катализаторы, приготовленные традиционным методом пропитки по влагоемкости и современным методом СВС, проявляющие высокую активность и стабильность в

			каталитической конверсии биогаза в синтез-газ.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) полностью новые;	Выводы диссертации полностью новые, что подтверждается опубликованием основных выводов работы в статье Mono- and bimetallic Ni- Co catalysts in dry reforming of methane в журнале ChemistrySelect (IF=2,109, Q2, процентиль 58%).
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) полностью новые;	Определено, что среди синтезированных биметаллических составов высокая начальная активность обнаружена на 5%Ni-5%Co/ θ -Al ₂ O ₃ катализаторе с конверсией CH ₄ и CO ₂ 75% и 82% , соответственно, при 700°C. Однако, активность быстро снижалась с увеличением времени, наряду с фазовым переходом оксида металла шпинельного типа в структуру Co-Ni сплава гранцентрированного кубического типа согласно данным РФА
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах.	Степень обоснованности и достоверности основных выводов диссертации основана на большом экспериментальном материале, выполненном с использованием современных физико-химических методов исследования синтезированных катализаторов, таких как рентгенофлуоресцентный анализ, температурно-программируемое восстановление, температурно-программируемое окисление, десорбция CO ₂ с программированием температуры, адсорбция азота, элементный анализ, просвечивающий электронный микроскоп, изучение кислотности катализаторов, а также детальным изучением их каталитических свойств в реакции углекислотной конверсии метана.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: Положение 1 - Способ приготовления активных и стабильных катализаторов методом пропитки и СВС для каталитической конверсии биогаза в синтез-газ; 7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 7.2 Является ли тривиальным? 2) нет 7.3 Является ли новым? 1) да; 7.4 Уровень для применения:	Положение 1 доказано с помощью применения указанных выше методов характеристики катализаторов и их испытанием на стабильность в данной каталитической реакции. Они отражены в статье Mono- and bimetallic Ni Co catalysts in dry reforming of methane в журнале ChemistrySelect (IF=2,109, Q2, процентиль 58%), а также в полученном патенте. <i>По данному положению имеются следующие замечания:</i> <i>1) Нужно было обосновать, почему при приготовлении катализаторов методом СВС не был добавлен Al₂O₃,</i>

	<p>1) узкий; 7.5 Доказано ли в статье? 1) да;</p> <p>Положение 2 - Оптимальные составы катализаторов для каталитической конверсии биогаза в синтез-газ;</p> <p>7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 7.2 Является ли тривиальным? 2) нет 7.3 Является ли новым? 1) да; 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 7.5 Доказано ли в статье? 1) да;</p> <p>Положение 3 - фазовый переход оксида металла шпинельного типа в структуру смешанного металла Co-Ni гранцентрированного кубического типа;</p> <p>7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 7.2 Является ли тривиальным? 2) нет 7.3 Является ли новым? 1) да; 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 7.5 Доказано ли в статье? 1) да;</p> <p>Положение 4 - оптимальные условия проведения УКМ с участием оксидных нанесенных катализаторов.</p> <p>7.1 Доказано ли положение? 1) доказано;</p>	<p><i>использованный в методе пропитки.</i></p> <p>2) <i>Нужно было объяснить, чем обоснован выбор конкретных составов синтезированных катализаторов.</i></p> <p>Положение 2: Выбор оптимального состава обоснован сопоставлением активности и стабильности катализаторов, что отражено в статье ChemistrySelect и патенте. Узкий уровень для применения отвечает только данной реакции углекислотной конверсии метана.</p> <p>Положение 3 доказано применением рентгенофазового анализа катализаторов после реакции и ТПО. Оно справедливо для исследованных условий данной реакции, поэтому уровень для применения узкий. Оно доказано в статье ChemistrySelect</p> <p>Положение 4 доказано с проведением необходимых экспериментов по варьированию времени контакта, температуры и состава смеси, и анализом влияния параметров на выход синтез-газа и стабильность к зауглероживанию, поэтому оно является доказанным, что отражено в статье ChemistrySelect.</p>
--	--	---

		<p>7.2 Является ли тривиальным? 2) нет</p> <p>7.3 Является ли новым? 1) да;</p> <p>7.4 Уровень для применения: 1) узкий;</p> <p>7.5 Доказано ли в статье? 1) да;</p>	
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) да;</p>	<p>Методология работы достаточно подробно описана в разделе экспериментальная часть. Она включает описание методики синтеза катализаторов, детальной характеристики их структурных, текстурных и поверхностных свойств и реакционной способности. Приведена схема установки, указаны методы анализа реакционной смеси с помощью хроматографии и приведены уравнения, используемые для расчета конверсии реагентов и выхода продуктов</p>
<p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) да;</p>		<p>Физико-химические исследования проведены диссертантом в Университете Або Академии (г. Турку, Финляндия) под руководством профессора Мурзина Д.Ю. таких как рентгенофлуоресцентный анализ, температурно-программируемое восстановление, температурно-программируемое окисление, десорбция CO₂ с программированием температуры, адсорбция азота, элементный анализ, просвечивающий электронный микроскоп, изучение кислотности катализаторов</p>	
<p>8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием: 1) да;</p>		<p>Синтез новых катализаторов, а также выбор оптимальных технологических условий получения синтез-газа в процессе углекислотной конверсии биогаза является вкладом в фундаментальный и прикладной катализ. Высокий научный уровень выполненного исследования подтверждается научными публикациями как в отечественных журналах, так и в журналах дальнего зарубежья, а также апробацией результатов на международных конференциях и симпозиумах.</p>	
<p>8.4 Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.</p>		<p>Важные утверждения подтверждены ссылками на современную, актуальную и достоверную научную литературу.</p>	
<p>8.5 Используемые источники литературы достаточны для</p>		<p>В диссертационной работе список использованной литературы</p>	

		литературного обзора.	содержит 270 источников, что является достаточным для литературного обзора.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да;	Данная работа является научным исследованием, в котором решаются как теоретические, так и прикладные задачи. Прекращение сжигания природного газа и утилизация двух парниковых газов – метана и CO ₂ , представляющих альтернативный источник ценных химических продуктов, в процессе углекислотной конверсии метана, является одной из наиболее важных экономических и экологических проблем.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да;	Диссертационная работа посвящена получению дешевого и доступного водорода для экологически чистого транспорта и водородной энергетики.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые;	Синтезированные катализаторы могут быть предложены к внедрению на небольших модульных установках и минизаводах в местах добычи нефти, где попутные газы сжигаются на факелах.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 2) среднее;	Качество академического письма оставляет желать лучшего. <i>В тексте диссертации имеется ряд опечаток и незаконченных фраз/неясных выражений</i> Тем не менее, указанные замечания не носят принципиального характера и не затрагивают основных положений, выводов и научных результатов работы.

Решение официального рецензента:

Присудить степень доктора философии (PhD) по специальности 6D073900 – Нефтехимия

Главный научный сотр. ФИЦ Институт катализа СО РАН

им. Г.К. Борескова

д.х.н., профессор

Печать организации

В.А. Садыков

Решение официального рецензента:

Присудить степень доктора философии (PhD) по специальности 6D073900 – Нефтехимия

Главный научный сотр. ФИЦ Институт катализа СО РАН
им. Г.К. Борескова
д.х.н., профессор

Печать организации

В.А. Садыков

