

**«Проведение опытно-конструкторских и опытно-технологических работ совместно с иностранными научными организациями Канады по приоритетным направлениям Программы»,
шифр 2007-9-2.7-00-39-023**

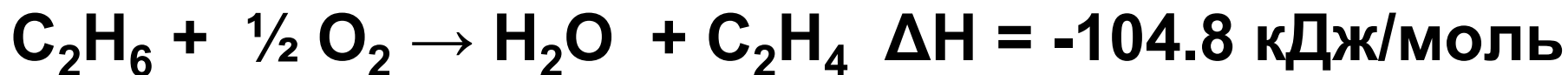
Тема: «Проведение опытно-конструкторских и опытно-технологических работ по разработке новой технологии и эффективных катализаторов конверсии этана в этилен и созданию демонстрационной установки совместно с компанией Нова Кемикал, Канада»

Государственный контракт № 02.527.11.9023

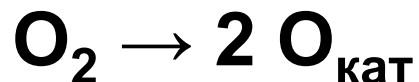
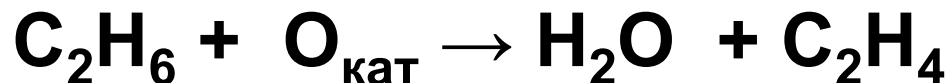
Головная организация – Институт органической химии РАН

ВАРИАНТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ОКИСЛЕНИЯ ЭТАНА

1. Прямое окисление:



2. Периодический режим:



3. Окисление с СВЧ-активацией катализатора –
отвергнут по причине сложности
масштабирования

Катализаторы, выбранные для испытаний

Катализатор	Т, °С	Выход этилена, г/час на 1 г катализатора	Селективност ь %
Патентные данные (Lopez-Nieta)	400	0.20	>90
	400	0.10	
Ngт-U4-1-1	420	1.7	97
Ngт-U4-1-2 (50% Al ₂ O ₃)	380	0.98	96.5
	420	2.3 !	96
Ngт-U4-3	420	1.5	96.5
Ngт-U7-8	420	2.0	97
Ngт-U8A-1-1	380	1.05	97.5
	420	2.2	97
Ngт-U-9 (50% Al ₂ O ₃)	380	0.92	96
	420	2.2 !	96.5
Ngт-U-11 (50% TiO ₂)	380	1.2	97.5
	420	2.5 !	97

Базовая композиция катализатора:



Этот катализатор характеризуется следующими параметрами процесса:

температуры процесса – ниже 450°C,

селективность - около 95-98%,

выход этилена около 30-45%,

скорость потока не ниже 900 ч⁻¹;

концентрация кислорода в газовой смеси - до 25% об.,

давление – 1 атм,

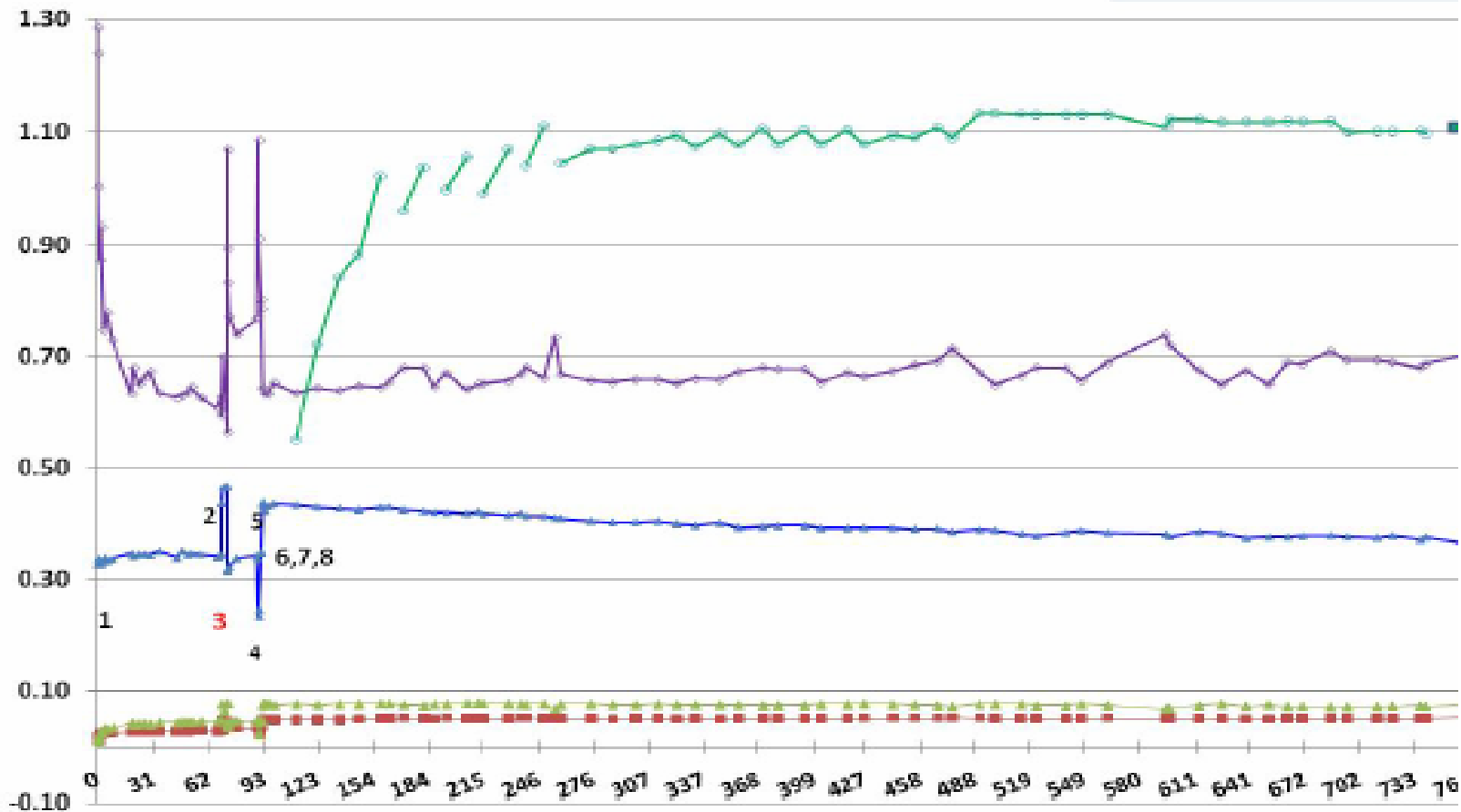
нагрузка на катализатор ~ 2 г C₂H₆/1 г катализатора в час при конверсии до 40%,

CO₂ и CH₃COOH образуются в следовых количествах.

**Длительный тест, 420°C,
25%O₂ + 75%C₂H₆, 4500 ч⁻¹**

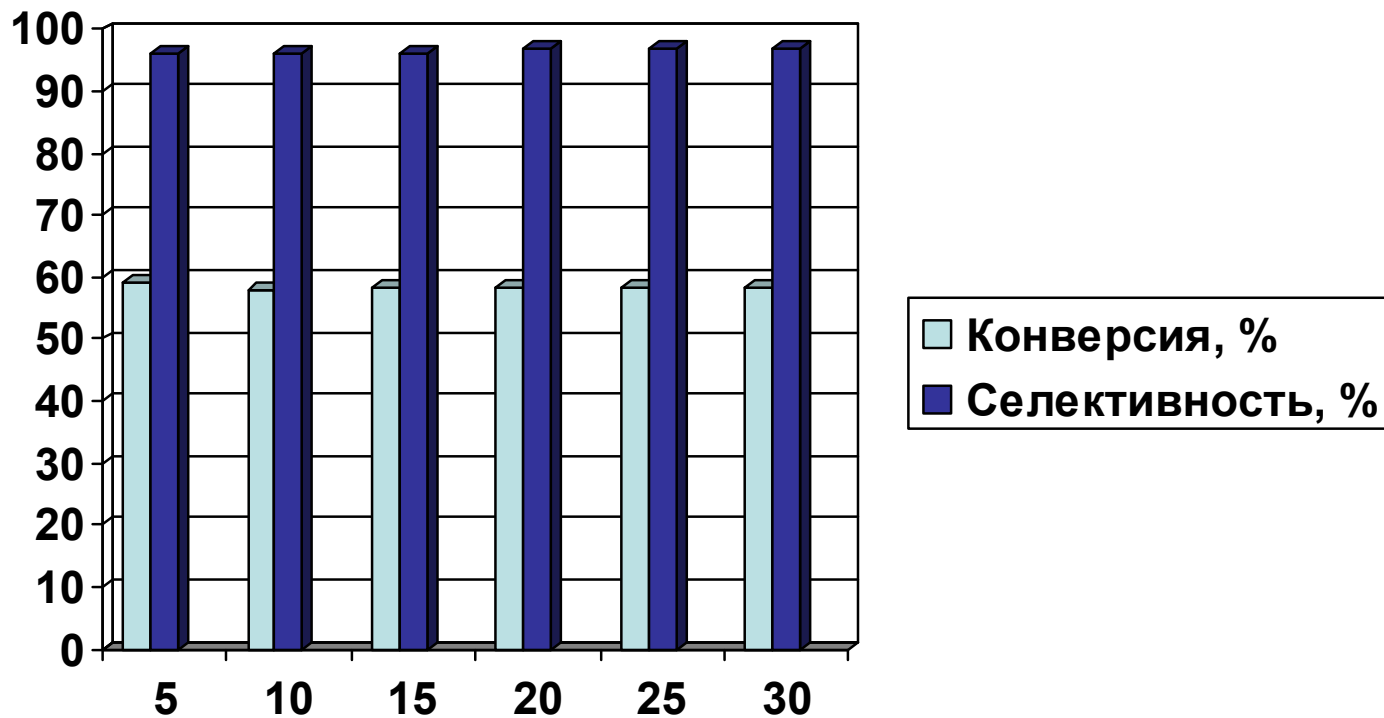


Мольные отношения продуктов



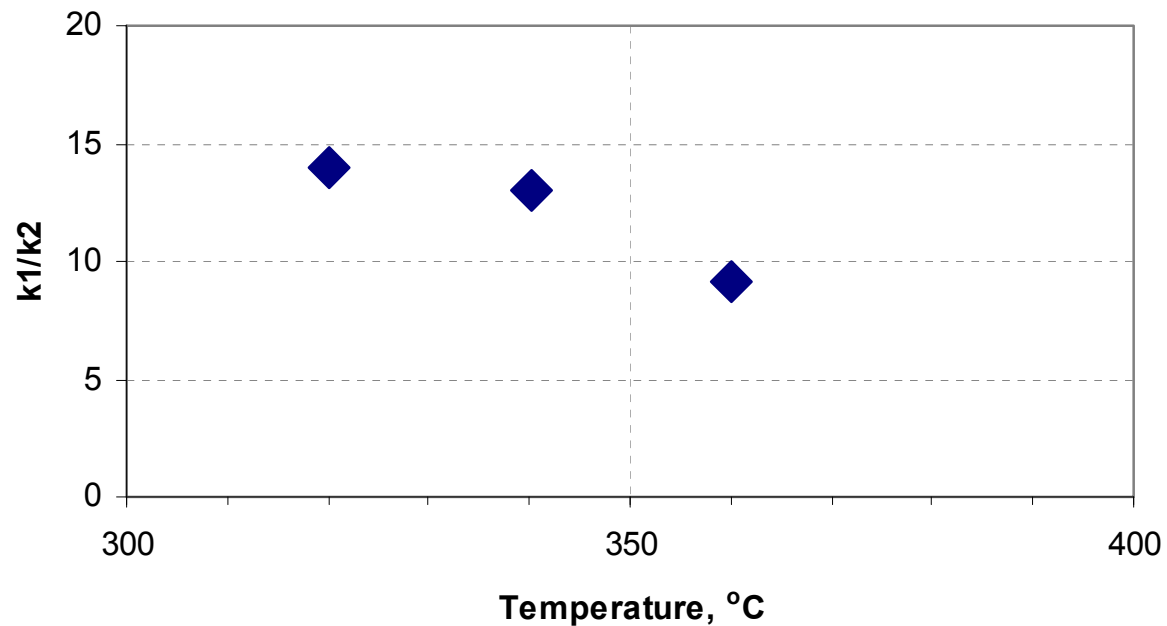
Время, час

СТАБИЛЬНОСТЬ КАТАЛИЗАТОРА



Конверсия и селективность по этилену на Mo-V-Te-Nb катализаторе U-33 при 440оС от времени испытания.

Результаты кинетических исследований и эффектов отравления



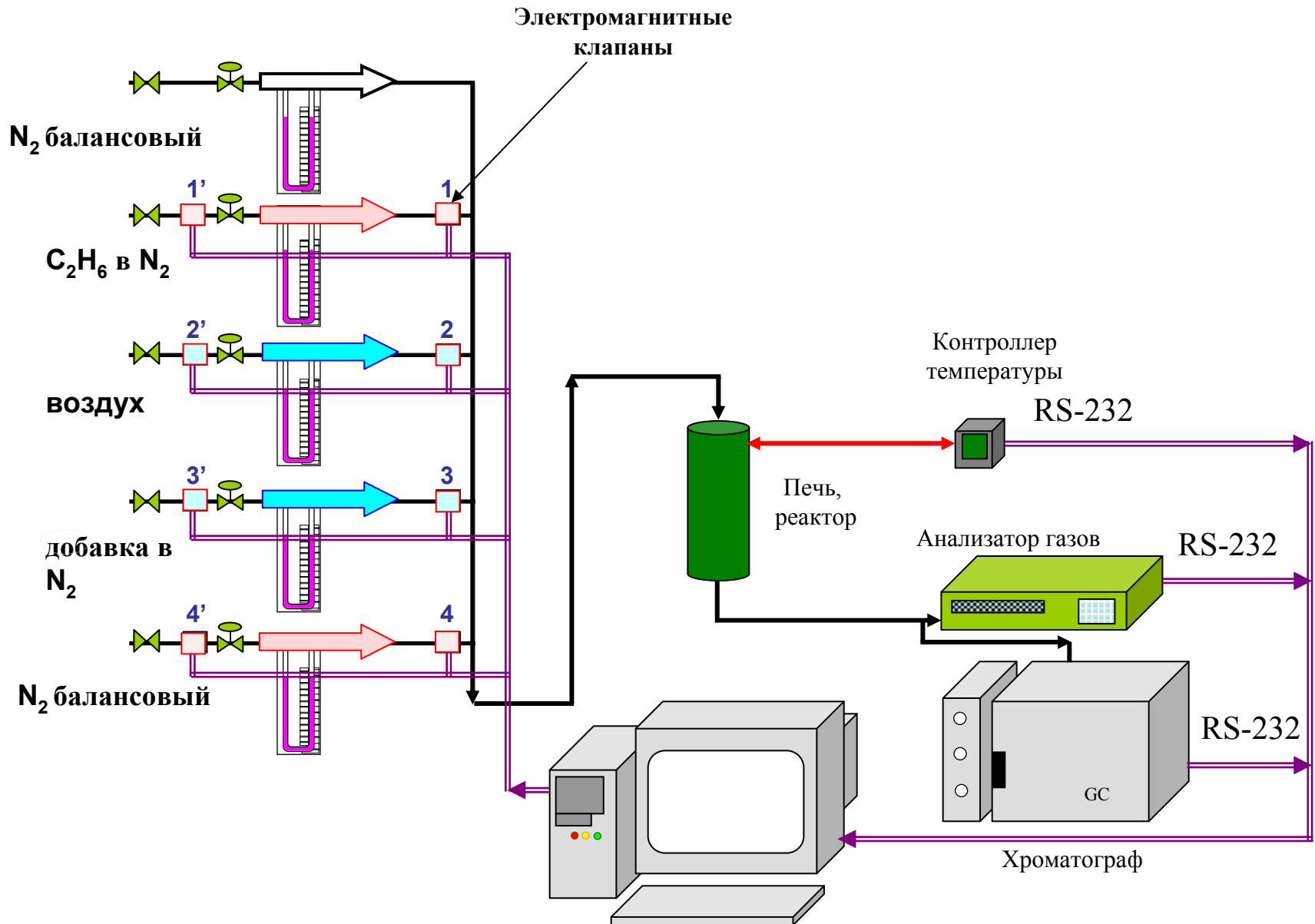
Температурная зависимость соотношения скоростей двух реакций [этан → этилен] (k_1) и [этилен → CO_2] (k_2) на Mo-V-Te-Nb катализаторе.

Примеси CO_2 , CH_3OH , до 2000 ppm и S-органики (до 500 ppm) не отравляют катализатор

Создана пилотная установка для проведения испытаний опытного образца катализатора ОДЭ. Пилотная установка включает систему подачи и очистки газов (этана и кислорода или воздуха), трубчатый реактор (титан) с электрическим нагревом до температур не ниже 600оС емкостью не менее 50 мл и не более 1 л, систему отбора и анализа газовых проб, включающая серийный газовый хроматограф. Габаритные размеры: высота 170 см, ширина 200 см, длина 120 см. Присоединительные размеры газовых линий – 1/16”, Масса, не более 150 кг (включая массу хроматографа и газовых датчиков).



Блок-схема пилотной каталитической установки



В рамках госконтракта разработаны три новых технологии, связанных с

(1) приготовлением активного катализатора ОДЭ,

(2) осуществлением каталитического процесса ОДЭ в периодическом режиме

(3) осуществлением каталитических процессов в условиях СВЧ-активации катализатора.

Новые технологии обеспечивают возможность снижения энергозатрат процессов парциального и полного окисления различных субстратов, управления активностью и стабильностью нанесенных катализаторов.

Основные результаты работ по госконтракту:

- Проведены работы по оптимизации процесса окислительного дегидрирования этана (ОДЭ) в двух его вариантах (прямого процесса с одновременной подачей в реактор смеси этана и воздуха или кислорода и периодического процесса с попеременной (импульсной) подачей в реактор этана и воздуха) на базе лабораторной каталитической установке.**
- Исследована стабильность катализатора и показано, что в отсутствие жестких условий эксплуатации перегревы до 550С и выше) катализатор способен работать с очень низкой скоростью дезактивации, вызванной образованием небольших количеств продуктов уплотнения.**
- Разработана программы и методика (ПМ) испытаний опытного образца на пилотной установке**
- Испытана опытная партия катализатора и технологический процесс ОДЭ на пилотной установке.**
- Наработана опытная партия катализатора для испытания в пилотной установке.**
- Проведены приемочные испытания пилотной установки на опытной партии катализатора.**
- Подготовлены 2 заявки на патенты РФ и 2 заявки на патенты США и Европы на разработанные катализаторы и процесс. Кроме 6 публикаций, подготовленных в 2007 году, подготовлено еще 6 публикаций и результаты работы представлены в устном докладе на международном конгрессе по катализу (Сеул, Корея, 13-18 июля 2008 г.)**