

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОНВЕРСИИ МЕТАНА  
В ИМПУЛЬСНЫХ ОБЪЕМНЫХ РАЗРЯДАХ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ.  
ПРОЕКТ № 163**

**Координатор:** д-р физ.-мат. наук Рыжов В. В.  
**Исполнители:** ИСЭ, ИХН СО РАН, ИЭФ УрО РАН

Теоретически и экспериментально исследованы процессы конверсии углеводородов  $C_1—C_8$ , входящих в состав природного газа, для дальнейшей разработки эффективных плазмохимических технологий его переработки в малотоннажных химических производствах.

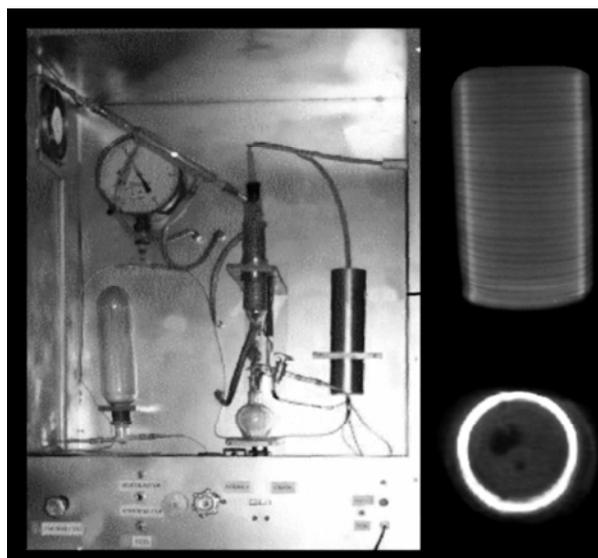
Разработана программа, включающая модель разряда, расчеты функции распределения электронов по энергиям, анализ кинетики, электротехнические расчеты. Исследованы характеристики барьерного разряда (БР). Показано, что БР может эффективно применяться для углеводородов (УВ) с числом углеродных атомов больше четырех.

Эксперименты проводились в проточном реакторе с БР, в котором была предусмотрена возможность для быстрого вывода продуктов реакций из зоны действия разряда (время вывода  $\sim 3 \cdot 10^{-3}$  с) жидкой пленкой углеводорода, стекающей по стенкам реактора. На этой установке были исследованы механизмы окислительной конверсии (в кислороде) и образования изомеров (в гелии) из углеводородов  $C_1—C_8$  при атмосферном давлении и температуре 20 °С. Питание реактора осуществлялось генератором импульсного напряжения с амплитудой до 20 кВ, частотой следования разнополярных импульсов 1—3 кГц и длительностью импульса 40 мкс, разработанным в ИСЭ СО РАН. При этом в газовом промежутке формировался однородный разряд (БР объемного типа, см. рисунок).

В этом режиме удалось получить минимальные энергозатраты на синтез кислородосодержащих соединений  $\sim 5$  кВт·ч/кг. В экспериментах показано, что окисление углеводородов  $C_5—C_8$  подчиняется общему механизму газофазного окисления УВ с короткой цепью (четы-

ре звена). Процесс получения изомеров приблизительно на порядок более энергоемкий из-за нецепного характера образования молекул.

Методом численного моделирования исследовались и другие виды разрядов, в которых могут быть реализованы цепные процессы конверсии, что имеет большое значение для метана и других легких УВ ( $C_2—C_4$ ). Получено, что цепные реакции могут быть реализованы в сильнооточном несамостоятельном разряде, поддерживаемом электронным пучком при энерговкладах порядка 0,3—0,6 Дж/см<sup>3</sup> и напряженности электрического поля 5—10 кВ/см. По расчетам, это позволит снизить энергозатраты на синтез димеров УВ и продуктов не-



Макет установки для получения СЖТ (слева) и фотографии объемного БР (справа).

Experimental setup for production of synthetic liquid fuel (on the left) and the photograph of barrier discharge (on the right).

полного окисления до 2—4 кВт·ч на 1 кг продукта.

Полученные результаты по окислению углеводородов  $n\text{-C}_3\text{—C}_8$  и циклогексана, а также по их превращению в инертных газах могут служить основой для разработки новых технологических процессов переработки углеводородного сырья.

В ходе выполнения проекта опубликовано 14 работ в трудах конференций и рецензируе-

мых изданиях, подана и зарегистрирована заявка на патент «Способ окисления жидких углеводородов», получен акт испытаний лабораторной установки для получения синтетического жидкого топлива (СЖТ) из пропан-бутановой смеси для получения продуктов с октановым числом 80.

### Основные публикации

1. Кудряшов С. В., Рябов А. Ю., Щеголева Г. С. и др. Окисление углеводородов в барботажном плазмохимическом реакторе// Нефтехимия. 2004. Т. 44, № 6. С. 1—4.
2. Медведев Ю. В., Ремнев Г. Е., Пушкарев А. И., Кудряшов С. В., Сироткина Е. Е., Суслов А. И. Конверсия углеводородных газов в электрофизических установках// Наука и техника в газовой промышленности. 2006. (В печати).
3. Медведев Ю. В., Кудряшов С. В., Сироткина Е. Е., Суслов А. И. Электрофизические установки для синтеза жидкого топлива из природного газа// Там же. 2005. № 1. С. 33—38.
4. Кудряшов С. В., Рябов А. Ю., Щеголева Г. С., Сироткина Е. Е., Суслов А. И. Окисление  $n\text{-C}_5\text{—C}_8$  углеводородов и циклогексана в реакторе с барьерным разрядом// Изв. ТПУ. 2006. (В печати).