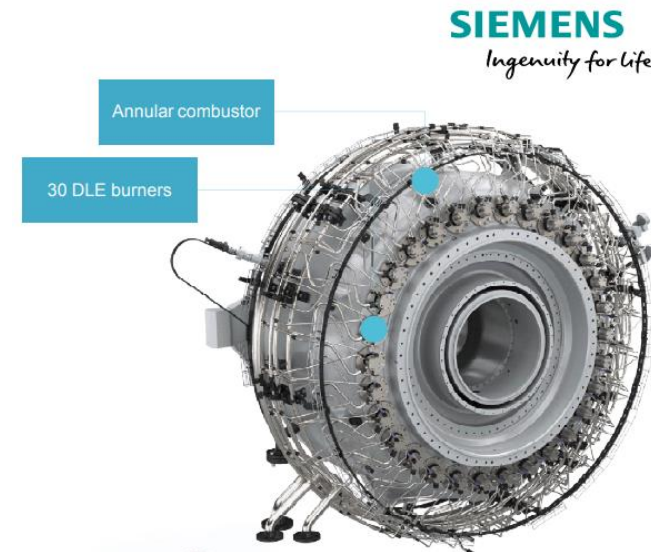
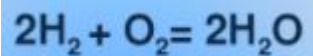


Водородная энергетика



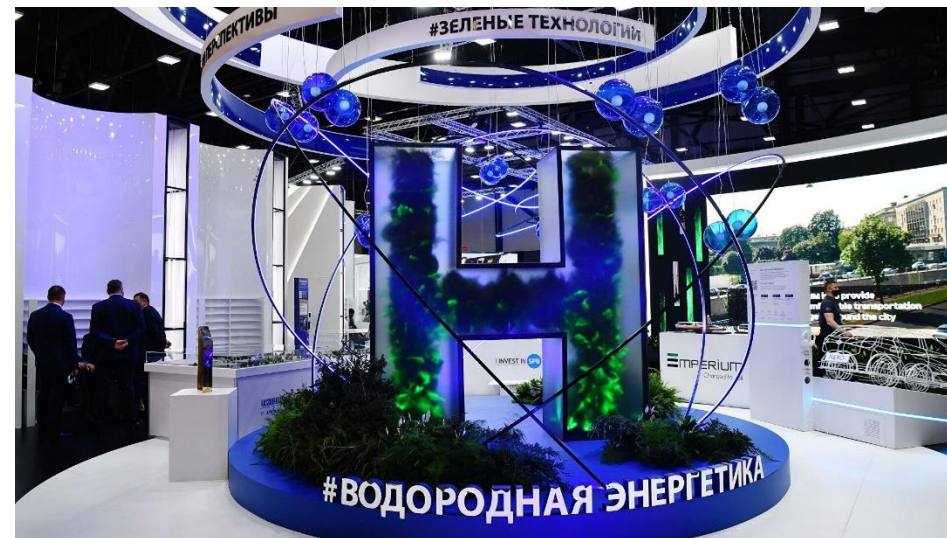
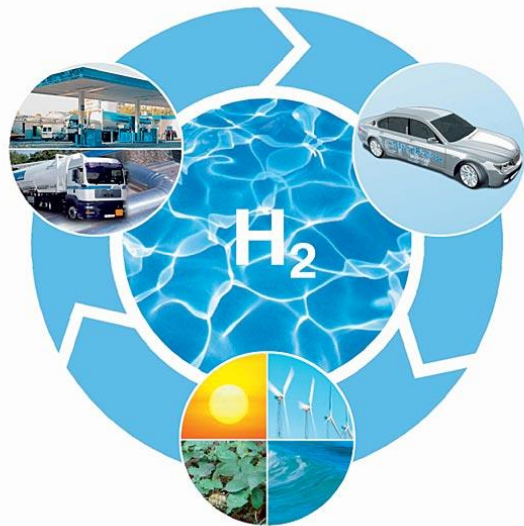
ПНИПУ

Кафедра РКТиЭС

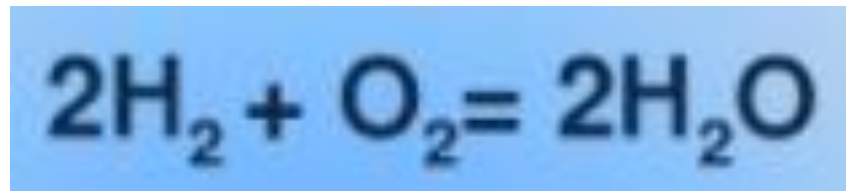
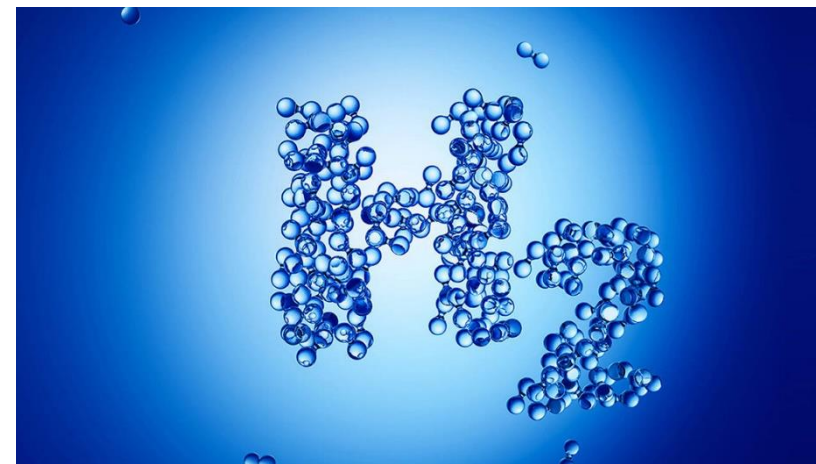
Архипов Станислав
Константинович

Пермь, 2021

«Цель ЕС – в том, чтобы к 2050 году стать климатически нейтральным. Это значит, что к этому времени мы выведем из употребления все ископаемые энергоносители, и все поставщики Евросоюза должны иметь это в виду».



Здравствуй, чудный водород!

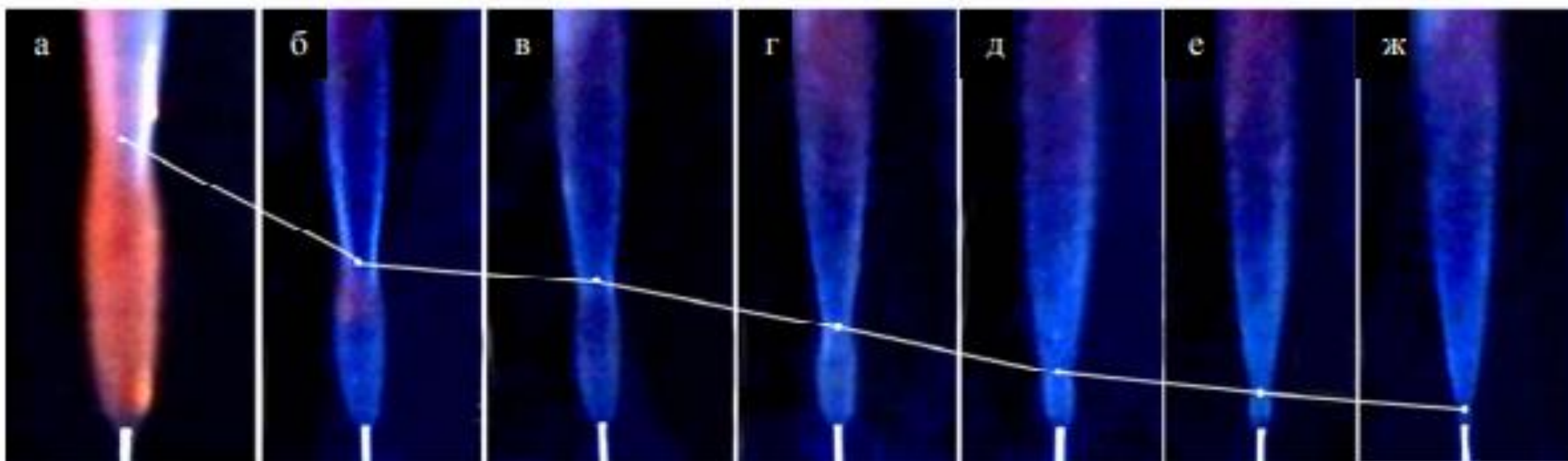
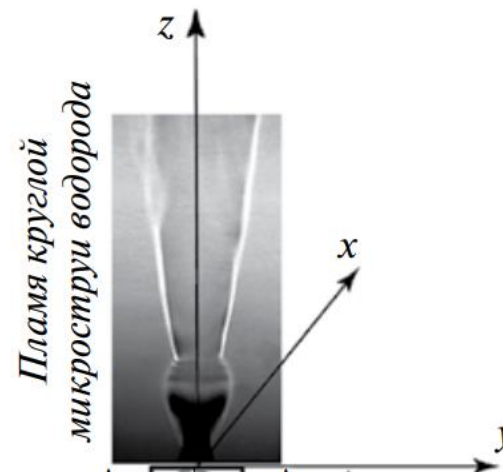


Горение водорода

- Высокая скорость горения;
 - Большие выбросы NOx;
- Явление «запирания» сопла (область перетяжки пламени, нагрев стенок сопла);
- Высокая температура стенки камеры сгорания;
- Для возможности работы на топливе с высоким содержанием водорода требуется серьезная доработка системы сжигания топлива.
- Отсутствие информации о скорости горения при различных значениях коэффициента избытка окислителя (неидентичность скорости сгорания водорода при высоких значениях коэффициента избытка воздуха);
- Отсутствие рекомендаций по организации устойчивого горения;
- Недостаток информации по влиянию добавления водорода в стандартные виды топлив в тех или иных концентрациях.

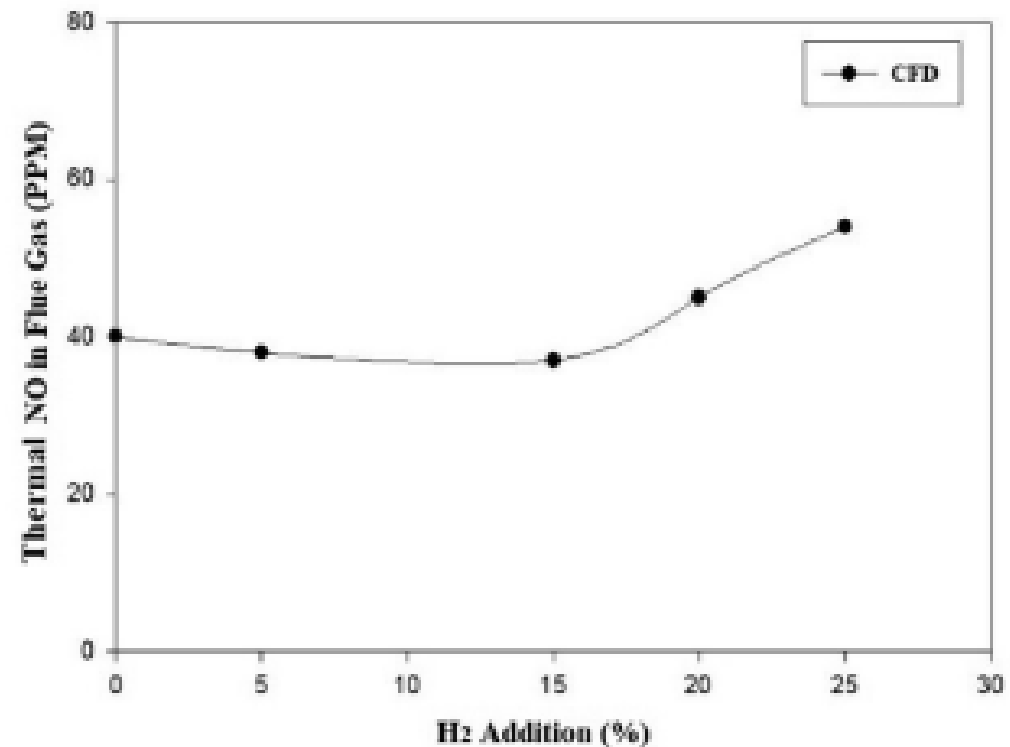
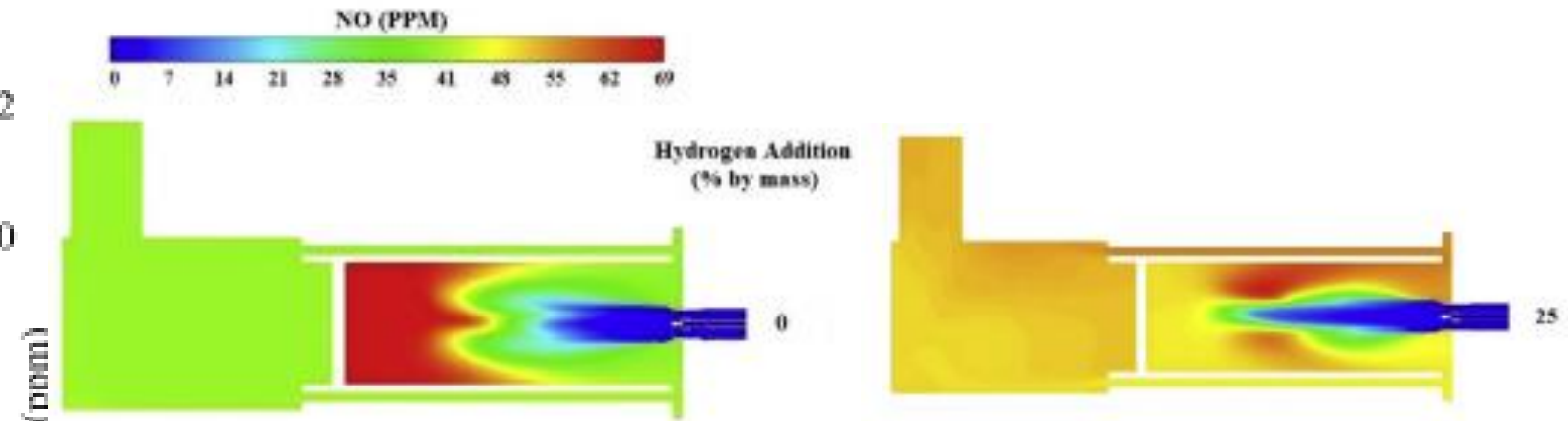
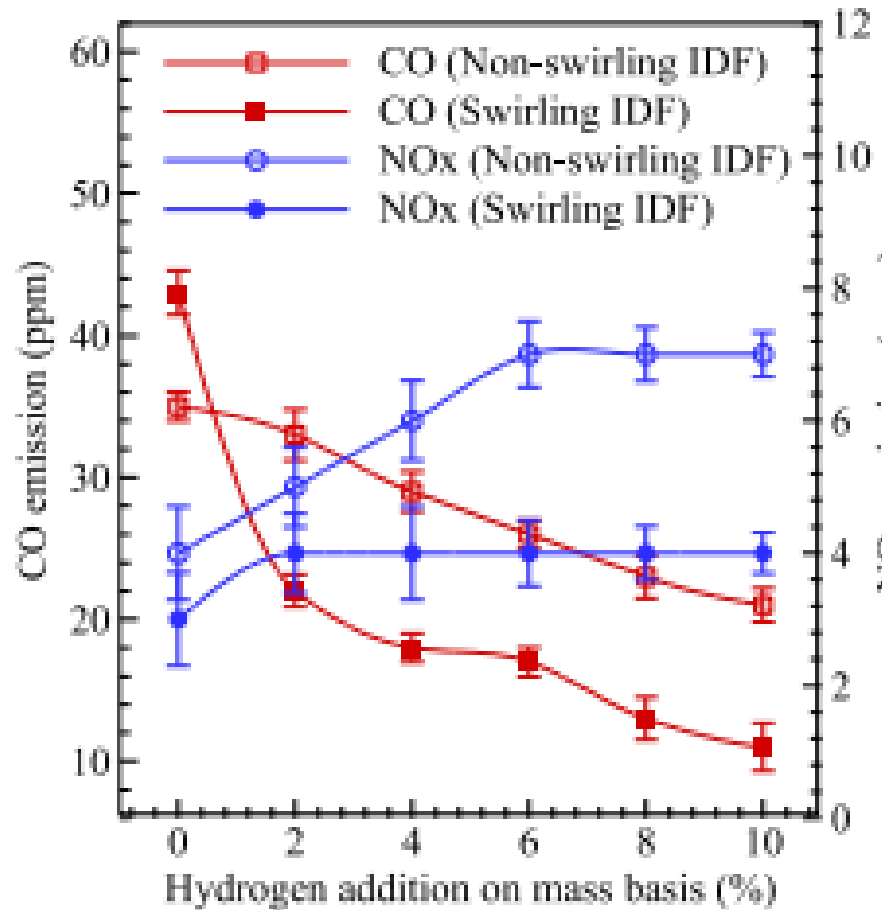
Высокая скорость и эффект запираания сопла

Газ	Нормальная скорость сгорания, см/с			
	$\alpha = 0.8$	$\alpha = 1.0$	$\alpha = 1.2$	$\alpha = 1.4$
Водород	320	230	150	120
Метан	30	43	40	-
Пропан	32	44	43	28



Уменьшение «перетяжки» пламени в процессе горения круглой микроструи водорода в зависимости от скорости струи (м/с): а – 98; б – 172; в – 197; г – 246; д – 270; е – 295; ж – 344

Выбросы NOx



Текущее положение в отрасли

Проблема / Технологический барьер	Текущее состояние
Большая скорость горения (сложность в организации устойчивого процесса)	Ведутся исследования, лидером является группа ученых из Новосибирска
Большие выбросы NOx	Мало данных в РФ, активно ведутся исследования в мире
Явление «Запирания сопла»	Ведутся исследования, лидером является группа ученых из Новосибирска, есть наработки
Отсутствие информации о скорости горения при больших альфа	Информации практически нет
Исследуемый тип горелок	В РФ практически все эксперименты проводятся на атмосферных горелках
Тип исследуемого горения	В РФ практически не исследуется гомогенное горение. В мире широко распространено.

Компании, владеющие знаниями, технологиями взаимодействия с водородом:



SGT-600, 700, 800
До 60% H₂ ≤ 25 ppm NO_x



ТЭЦ 1 МВт 2018 г. 100% H₂ – 50 ppm



ПГУ 700 МВт – 30% H₂

Имеют экспериментальные установки:

1. Самарский университет им. Королева (Самая большая в мире установка (из интервью от 10.11.21));
2. Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича (Новосибирск);
3. Волгоградский государственный технический университет

Наше предложение

- Снижение выбросов NOx с помощью низкотемпературного сжигания водородного топлива (внешнее регулирование горения);
- Проведение дополнительных исследований по изучению влияния добавки водорода в стандартные топлива;
- Формулировка конкретных рекомендаций по организации устойчивого горения водорода.

Водородная энергетика

Водородная энергетика

Водородная энергетика

