

Там, где энергия создает будущее ●

# SPYRO<sup>®</sup> Suite 7

Стандарт моделирования печей для производства этилена

**T.EN**

**TECHNIP  
ENERGIES**



# Точное моделирование парового пиролиза

SPYRO® — разработанное Technip Energies программное обеспечение оценки выхода продукции парового пиролиза и полного моделирования работы печи на газовом или жидком сырье. С момента внедрения в 1979 г. SPYRO® взяли на вооружение 80% производителей этилена во всем мире. Этот инструмент моделирует работу печей пиролиза любого типа и позволяет:

- Повысить доходность существующих объектов
- Усовершенствовать работу печей
- Улучшить планирование производства
- Облегчить выбор сырья
- Повысить точность оценки рабочих характеристик

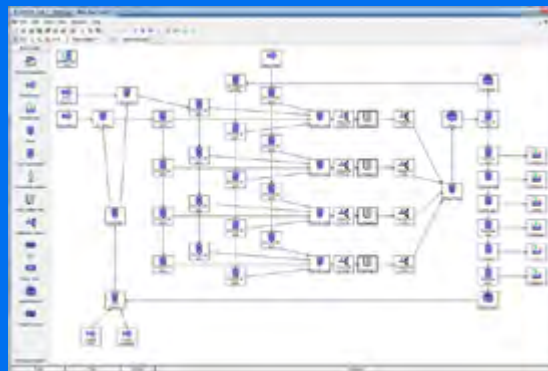
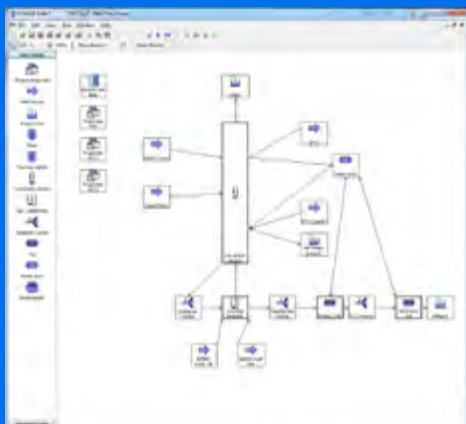
SPYRO® – это постоянно обновляемый программный инструмент, который предоставляет конечным пользователям массу преимуществ. Как полная модель печи SPYRO® рассчитывает:

- Кинетику пиролиза в радиантных змеевиках
- Передачу теплового излучения в топочной камере
- Теплообмен в секции конвекции
- Работу закалочной системы (закально-испарительных аппаратов (ЗИА) и паровосборника)

SPYRO® выполняет моделирование выходом продуктов из нескольких печей с рецикловыми потоками. Специализированный интерфейс Excel предоставляет пользователям возможность непосредственного импорта результатов в электронные таблицы и выполнения моделирования.

## ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

SPYRO® работает на платформе Windows. Графический интерфейс пользователя, ориентированный на технологические схемы, предоставляет конечным пользователям возможность просматривать модели, вводить исходные параметры и анализировать результаты моделирования.



## ВАРИАНТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ В SPYRO®

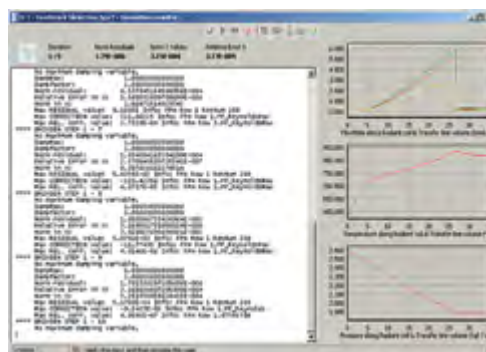
Инструмент можно настроить под нужды пользователя, например для:

- Моделирования радиантных змеевиков и ЗИА с целью предсказания выхода
- Анализа показателей полной модели печи
- Моделирования нескольких печей, включая рецикловые потоки, с составлением общих материальных балансов

# SPYRO® Suite 7 – это программа моделирования на основе уравнений и технологических схем

## ГЛАВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

- Простой доступ к вводу данных и результатам
- Возможность легко задать граничные условия в любом месте змеевика
- Открытые уравнения
  - $f(y,x) = 0$
- Гибкая настройка модели
  - Соединения моделей
  - Фиксирование / оценка переменных
- Возможность горячего пуска с целью минимизировать время расчета



## РАЗЛИЧНЫЕ ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СЫРЬЯ ОТ ГАЗА ДО ТЯЖЕЛЫХ ФРАКЦИЙ

SPYRO® позволяет детализировать состав жидкого сырья, задавая следующие исходные данные:

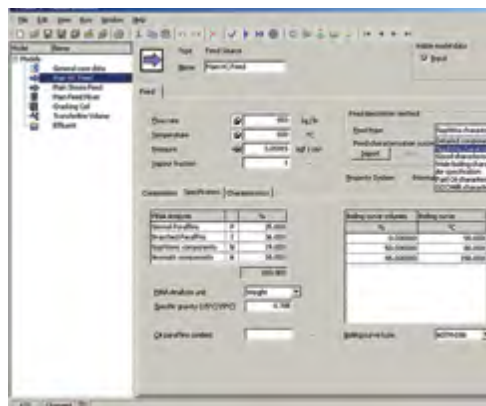
- Удельная плотность
- Кривые кипения
- Содержание парафинов, изопарафинов, нафтенов и ароматических у/в (PINA) и другие свойства, в зависимости от характеристики

Возможность непосредственного ввода индивидуальных компонентов (как правило, для газового сырья).

- Общая модель сырья
- Расход, состав, T, P, паровая фракция
- Характеристики сырья
- Детализированный выбор компонентов
  - Газовое сырье
  - Топливо
- Мгновенная характеристика жидкого сырья
  - Нафта
  - Газойль
  - Ширококипящие фракции
- Кривые разгонки
  - ASTM-D86
  - ASTM-D2887
  - Истинная температура кипения

## КИНЕТИЧЕСКАЯ СХЕМА

Ядром технологии моделирования SPYRO® является кинетическая схема процесса, которая постоянно развивается и уже много лет используется большинством производителей олефинов. Текущая кинетическая схема определяет более 3000 реакций, в которых участвуют 128 молекулярных и 20 радикальных компонентов. Это обеспечивает точное моделирование процесса парового пиролиза для широкого диапазона углеводородного сырья.





# Выход продуктов пироллиза

Змеевик пироллиза и ЗИА разделены на подмодели, фокусирующиеся на моделировании конверсии сырья в продукты и образования кокса.

## ЗМЕЕВИК ПИРОЛИЗА

SPYRO® – это заранее сконфигурированный программный продукт, позволяющий задавать определение всех коммерчески доступных радиантных змеевиков. Модель также включает адиабатические зоны на экранированных или заглубленных участках.

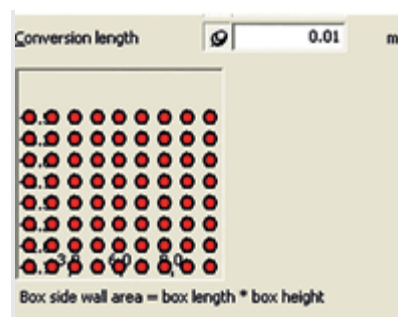
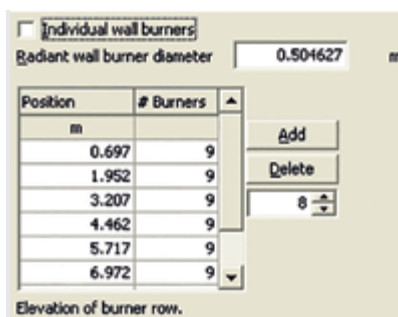
## FIREBOX®

Моделирование работы камер сгорания этиленовых печей можно выполнить в модуле FIREBOX, входящем в состав SPYRO. FIREBOX предоставляет точный температурный профиль поверхности труб и свойства дымовых газов, проходящих в секцию конвекции.



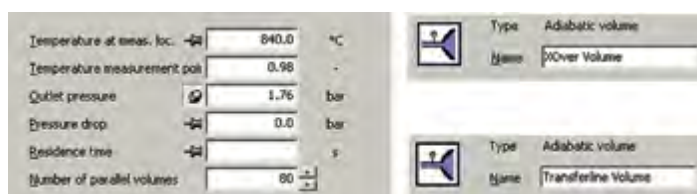
Это позволяет точно предсказывать температурный профиль поверхности труб, потребление топлива / воздуха и свойства дымовых газов, проходящих в секцию конвекции. Другие функциональные возможности:

- Гибкое распределение ячеек
- Метод дискретных ординат
- Моделирование теплообмена
- Радиантные боковые горелки
- Пламенные горелки
  - Горелки на одном, двух или больше уровнях
  - Технические характеристики отдельных горелок
- Расчет коэффициента излучения
  - по Лекнеру
- Профиль тепловыделения
  - Функции конверсии топлива
  - Параметры формы



## АДИАБАТИЧЕСКИЙ ОБЪЁМ

Адиабатический объём представляет собой реакционный объём, где, при достаточно высокой температуре, происходит расчет химических реакций. Эта модель используется главным образом для трансферной линии между радиантным змеевиком и ЗИА. Она также может использоваться для любого другого реакционного объема, например для перепускного трубопровода между секцией конвекции и радиантным змеевиком или для трубопровода между ЗИА.



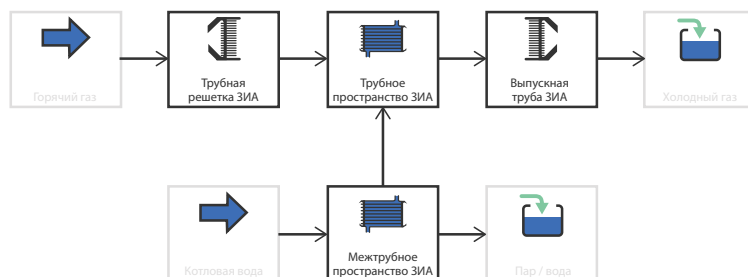
Выходные данные SPYRO® содержат разложение и концентрацию продуктов пироллиза, а также температуру процесса. Эти данные пользователь может сравнить с данными завода.

# Закально-испарительный аппарат

SPYRO® Suite 7 позволяет моделировать любые типы коммерчески доступных ЗИА.

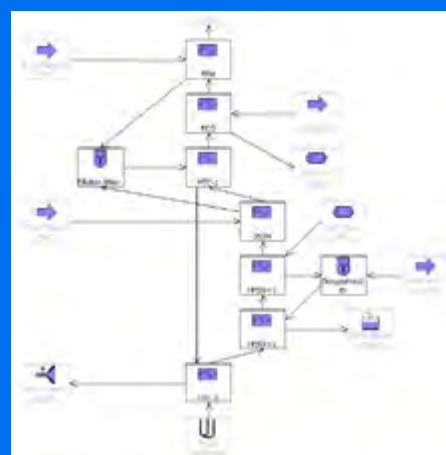
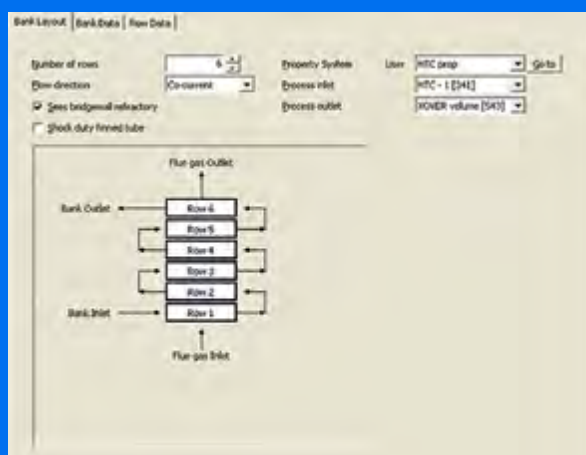
Типовыми объектами моделирования ЗИА являются производство пара, нагрев и испарение питательной котловой воды. Могут быть выполнены и другие тепловые расчеты.

- Типовая модель для межтрубного пространства
  - Кипение / нагревание воды
  - Любой другой технологической среды
  - Определяемые пользователем соединения
- Моделирование труб
  - Закосовывание ЗИА
  - Полный набор свойств технологической среды
  - Модифицированные уравнения Нуссельта
  - Реакции пиролиза
- Трубные решетки и выход
  - Давление и потери на трение на входе и выходе
  - Закосовывание трубной решетки



## МОДЕЛЬ СЕКЦИИ КОНВЕКЦИИ ВЫПОЛНЯЕТ РАСЧЕТ ТЕПЛОБМЕНА МЕЖДУ ГОРЯЧИМ ДЫМОВЫМ ГАЗОМ И БОЛЕЕ ХОЛОДНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДОЙ

Возможен нагрев или испарение потока любого типа, включая пар ВД, углеводороды и пар разбавления. SPYRO® выполняет моделирование и на стороне технологического процесса, и на стороне дымового газа одновременно, используя в качестве исходных данных компоновку, эксплуатационные данные и геометрию рядов конвективного пучка.



# Что нового в SPYRO® Suite 7?

## КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ

- Полная модель печи
- Гибкое конфигурирование вариантов расчета на основе уравнений и технологических схем
- Беспрепятственное исправление переменных
- Адиабатическая модель пиролиза (и в радиантном змеевике)
- Свободный выбор кинетической схемы
- Моделирование параллельной работы нескольких печей
- Выбор единиц измерения пользователем
- Реакции гидрирования
- Расщепление компонентов
- Моделирование соотношения CO / CO<sub>2</sub> по реакции паровой конверсии
- Модель FIREBOX®
- Моделирование холодной стороны ЗИА с любой средой
- Импорт файлов EFPS с ключевыми словами и иллюстрациями
- Возможность моделирования эффекта Вентури в отдельном блоке моделирования

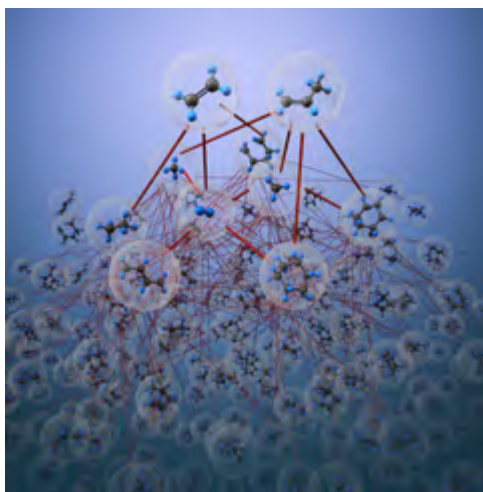
## ПРИМЕНЕНИЕ

- Оптимизация работы печи
- Выбор сырья
- Исследование работоспособности печи
- Оценка рабочих характеристик печи

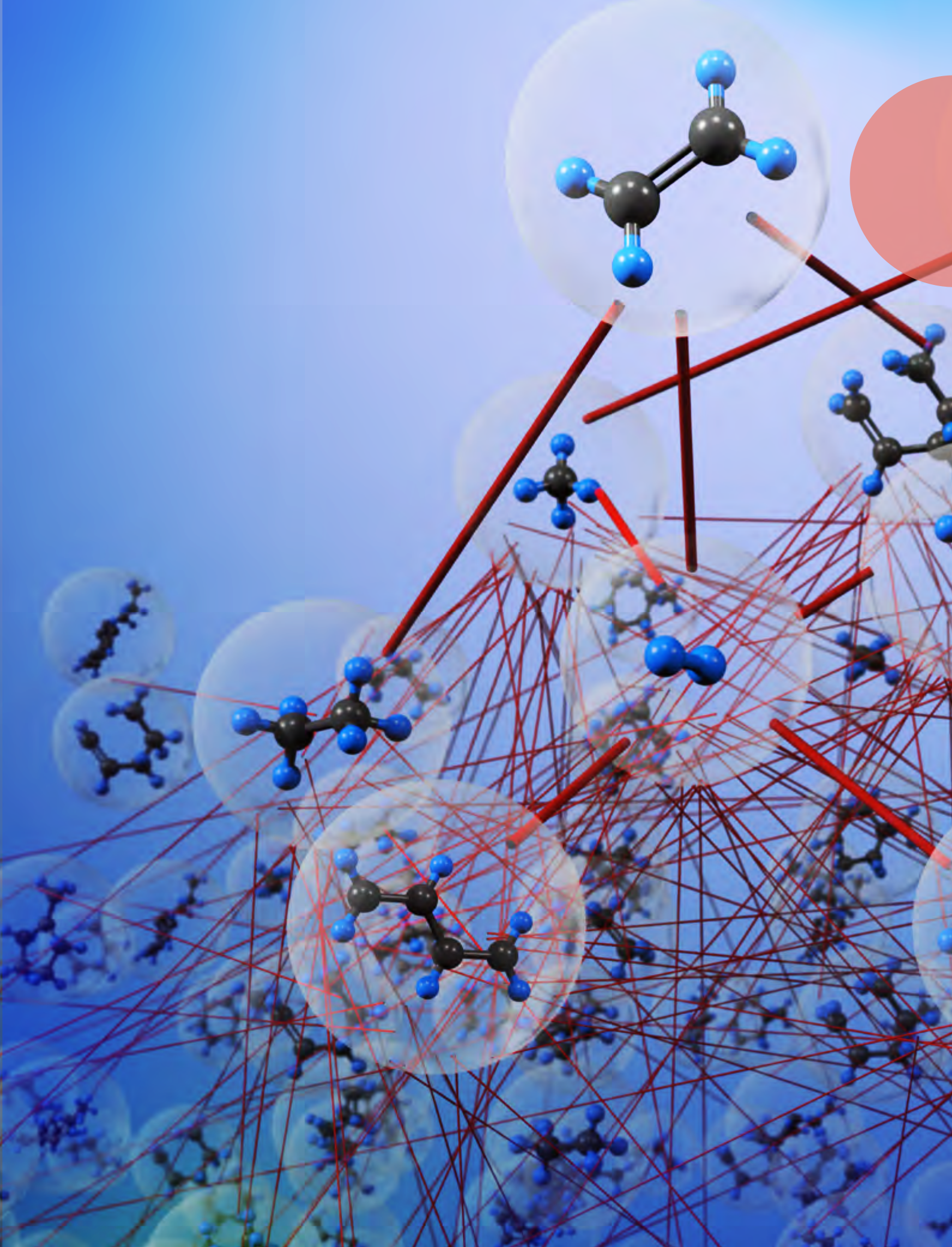
## ПРЕИМУЩЕСТВА

- Оптимальная степень пиролиза
- Максимальный выход целевых продуктов
- Снижение расходов на обслуживание за счет оптимизации пробега
- Углубленное понимание работы установки
- Точное планирование производства

Схема превращений в реакциях пиролиза









**Великобритания**

Джим Миддлтон  
+44 1908 203 351  
jim.middleton@technipenergies.com

**США**

Эрик Вагнер  
+1 909 447 3844  
eric.wagner@technipenergies.com

**Нидерланды**

Аксель Аксам  
+31 79 32933738  
aksel.aksam@technipenergies.com

Там, где энергия создает будущее. [technipenergies.com](https://www.technipenergies.com)

© 2021 Technip Energies N.V.