

Скорость свободно распространяющегося пламени в метано–воздушной смеси в зависимости от давления

Введение

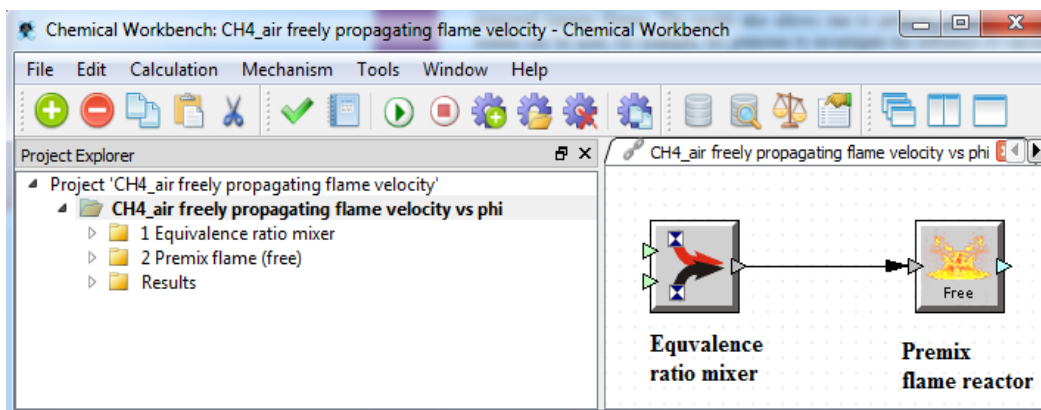
Свойства ламинарного пламени имеют фундаментальное значение для анализа и прогнозирования характеристик многих экспериментальных систем сжигания и практических камер сгорания, таких как двигатели внутреннего сгорания. Модель свободно распространяющегося ламинарного пламени предназначена для моделирования характеристик физико-химического поведения устойчивого, адиабатического, свободно распространяющегося одномерного ламинарного пламени. Модель также позволяет проводить параметрические исследования, которые могут быть использованы, например, для изучения влияния различных входных данных рабочих условий. Это типичная задача при разработке двигателей внутреннего сгорания, где давление изменяется в процессе горения топливо-воздушной смеси.

Постановка задачи

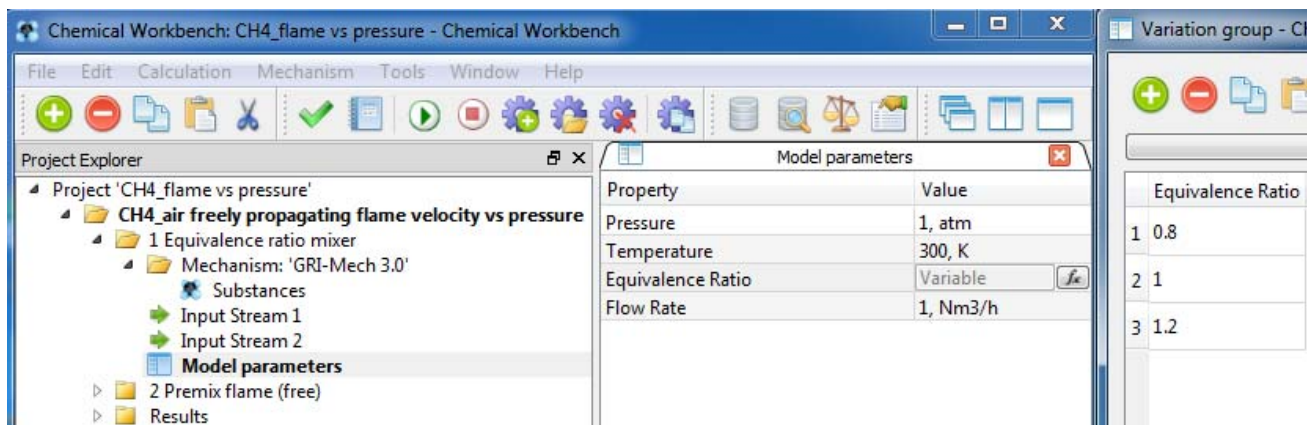
Требуется вычислить скорость свободно распространяющиеся пламени как функцию давления для фиксированного стехиометрического отношения в предварительно перемешанных ламинарных пламен метано-воздушной смеси. Начальная температура смеси составляет 300 К, давление 1-20 атм. Стехиометрическое отношение смеси - 0,8, 1,0, 1,2.

Решение задачи в Chemical Workbench

Пример включает в себя расчет скоростей свободно распространяющегося пламени при $\phi = 0,8, 1,0, 1,2$ при $T_0 = 300$ К, $P = 1-20$ атм. Для расчета скорости пламени, температуры и основных концентраций при сжигании смеси метана и воздуха на разных ϕ мы используем цепочку из двух реакторов - **Equivalence Ratio Mixer** и **Premixed Flame Reactor**, из библиотеки Chemical Workbench.



Первый реактор **Equivalence Ratio** вычисляет состав исходной смеси при заданном ϕ . Смесь CH_4 -воздуха вводится в этот реактор - **Input Stream 1** - Fuel (CH_4), **Input Stream 2** – окислитель (воздух). Модель требует задания кинетического механизма. В данном случае берется механизм GRIMech-3.0, который загружается из базы данных KintechDB, интегрированной с Chemical Workbench.



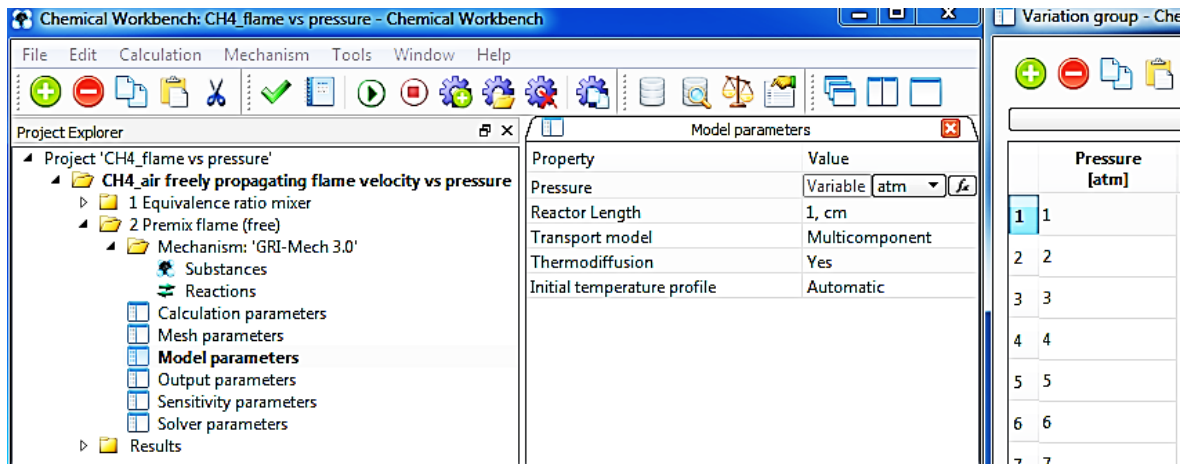
Property	Value
Pressure	1, atm
Temperature	300, K
Equivalence Ratio	Variable
Flow Rate	1, Nm3/h

Equivalence Ratio
1 0.8
2 1
3 1.2

Premixed Flame Reactor требует введения данных:

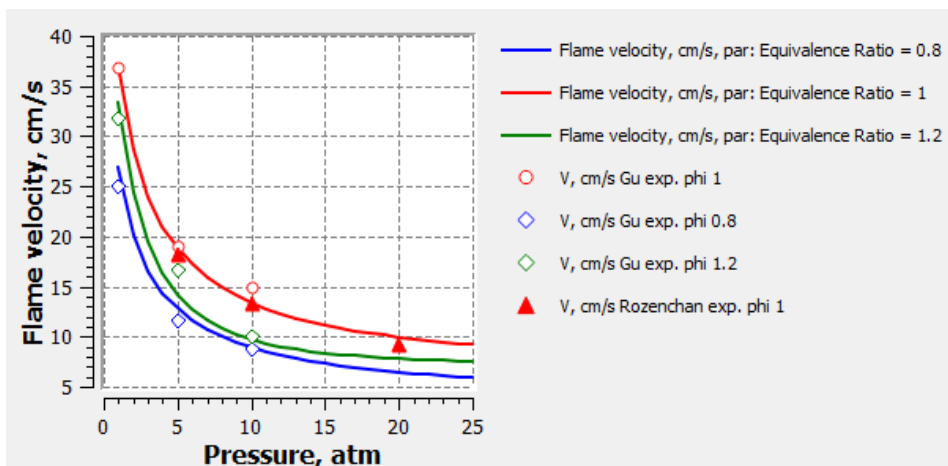
- Механизм,
- Параметры расчёта,
- Параметры модели.
- Параметры солвера.

Требуется небольшое количество входных параметров, связанных с реализацией численного метода. Начального приближения профиля температуры и концентрации промежуточных веществ не требуется. Это упрощает настройку моделирования ламинарного пламени.



Результаты

Результаты расчёта показаны на рисунке ниже. Экспериментальные данные взяты из [1], [2].



Скорости ламинарного горения метано-воздушных пламен как функция давления при $\phi = 0,8, 1,0, 1,2$ и температуре 300 К.

Следующие шаги

Этот пример может быть исследован далее

- Можно провести анализ чувствительности для выявления путей реакции, которые больше всего влияют на скорость ламинарного горения.
- Можно провести сравнение расчётов на различных химических кинетических механизмах, доступных в базе данных KintechDB, для интересных условий.

Литература

- [1] Gu XJ, Haq MZ, Lawes M, Woolley R. Laminar burning velocity and Markstein lengths of methane-air mixtures. *Combustion and Flame* 2000;121:41-58.
- [2] Rozenchan G., Zhu D. L., Law C. K., and Tse S. D., Outward Propagation, Burning Velocities, and Chemical Effects of Methane Flames up to 60 atm, *Proc. Combust. Inst.* 29: 1461–1469 (2002).