

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ДИСПЕРСИИ И ГОРЕНИЮ ЖИДКИХ ТОПЛИВ ПРИ ВЫСОКОЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ

Численного моделирования при высокой турбулентности, где были определены оптимальные значения давления и массы для октана и додекана, соответственно. Так, для октана в начальный момент времени значения давления и массы составили 100 бар и 6 мг, а для додекана 80 бар и 7 мг.

При оптимальных значениях давления и массы, которые были взяты из предыдущей главы, а начальная температура в камере сгорания менялась от 700 К до 1500 К.

Температура окислителя в камере сгорания принимает значения выше 800 К, то в этом случае топливо горит интенсивнее, выделяется большое количество тепла и камера сгорания прогревается до 3000 К. При этом наибольшее влияние начальная температура окислителя оказывает на горение додекана, поскольку увеличение начальной температуры от 900 К до 1500 К приводит к увеличению максимальной температуры от 2080,09 К до 2684,69 К. В то же время для октана максимальная температура повышается от 1726,09 К до 2208,53 К (рисунок 17).

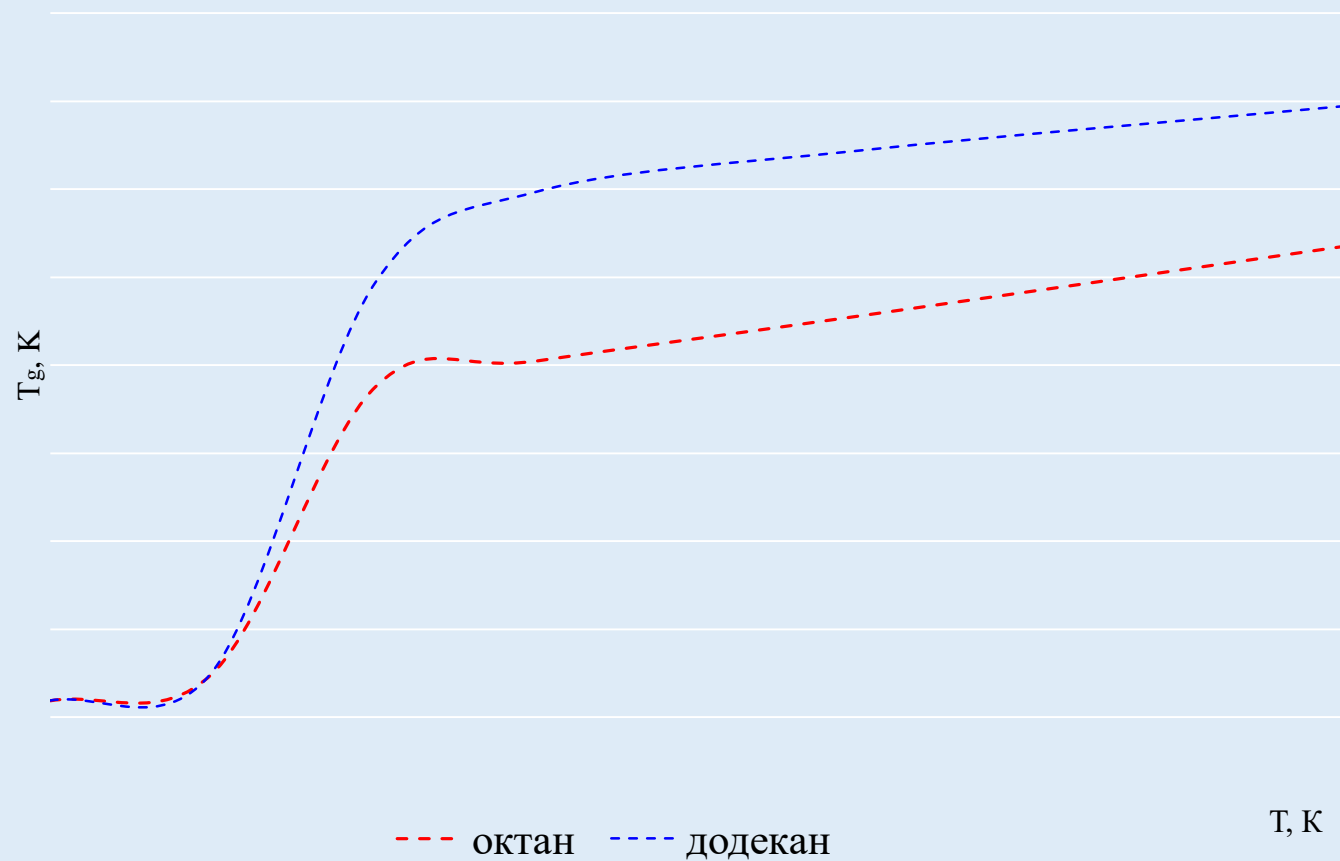


Рисунок 40 - Зависимость максимальной температуры горения T_g от начальной температуры T окислителя в камере сгорания при горении октана C_8H_{18} и додекана $C_{12}H_{26}$

Распределение максимальной концентрации углекислого газа для двух сжигаемых топлив (октан и додекан) в зависимости от начальной температуры окислителя в камере сгорания. При горении додекана концентрация образующегося диоксида углерода принимает большие значения, чем при горении октана. Как видно из рисунка, при увеличении температуры от 900 К до 1500 К концентрация углекислого газа, выделяющегося при горении октана, принимает значения от 0,08459 г/г до 0,08561 г/г, а при горении додекана от 0,11986 г/г до 0,14142 г/г.

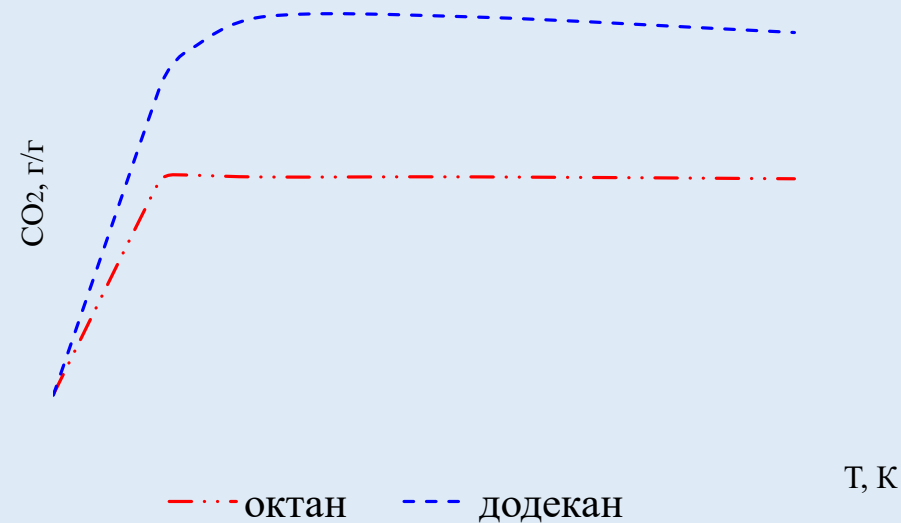


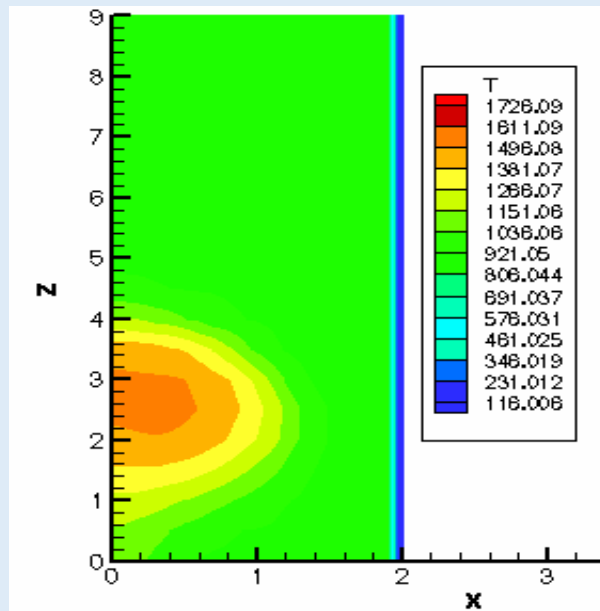
Рисунок 18 - Зависимость концентрации углекислого газа CO₂ от начальной температуры Т окислителя при сжигании октана C₈H₁₈ и додекана C₁₂H₂₆

Можно сделать вывод о том, что для октана и додекана оптимальная начальная температура окислителя в камере сгорания равна 900 К. При данной температуре топливо быстро реагирует с окислителем, камера прогревается до высоких температур, а концентрация образующегося углекислого газа не превышает допустимых пределов.

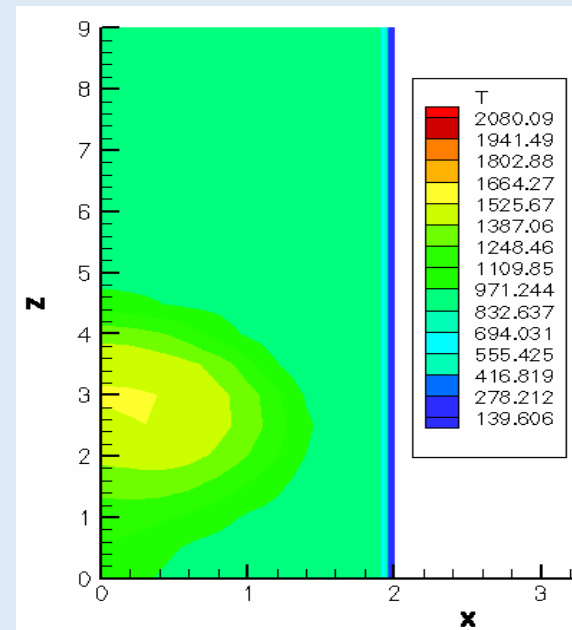
Данное заключение подтверждается двумерными графиками распределения основных параметров, описывающие процессы распыла, дисперсии и горения двух видов жидких топлив (октана и додекана), которые приведены ниже.

Результаты вычислительного эксперимента по влиянию температуры окислителя на процессы распыла и горения двух видов жидких топлив (октан и додекан). Данные графики были получены при оптимальной температуре окислителя в камере сгорания, равной 900 К.

Распределение температуры в камере сгорания для октана и додекана в момент времени $t=2,5$ мс при начальной температуре окислителя равной 900 К и при оптимальных значениях давления и массы. Из этих графиков можно увидеть, как изменяется температура в камере сгорания в данный момент времени. Как видно из рисунка 42 а, при горении октана область максимальных температур в момент времени $t=2,5$ мс достигает 3,6 см по высоте камеры сгорания, вся остальная часть камеры разогревается до 1000 К. При горении додекана факел охватывает область до 3,8 см по высоте, а максимальная температура в факеле равна 1526 К в этот момент времени

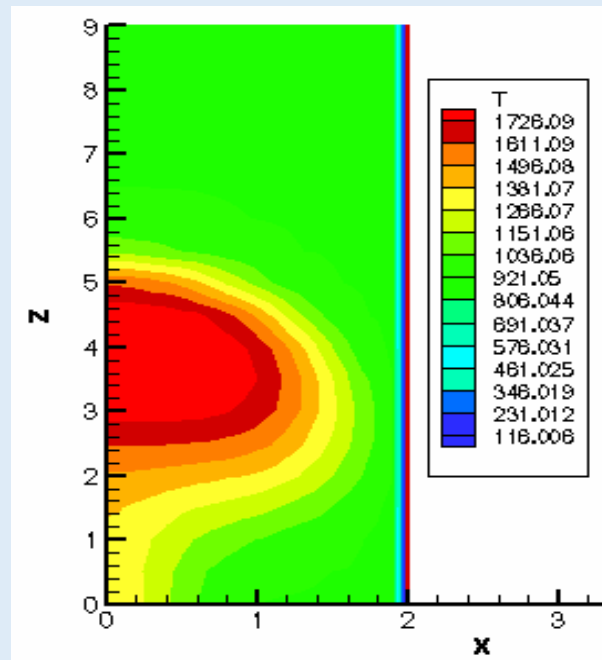


а) октан

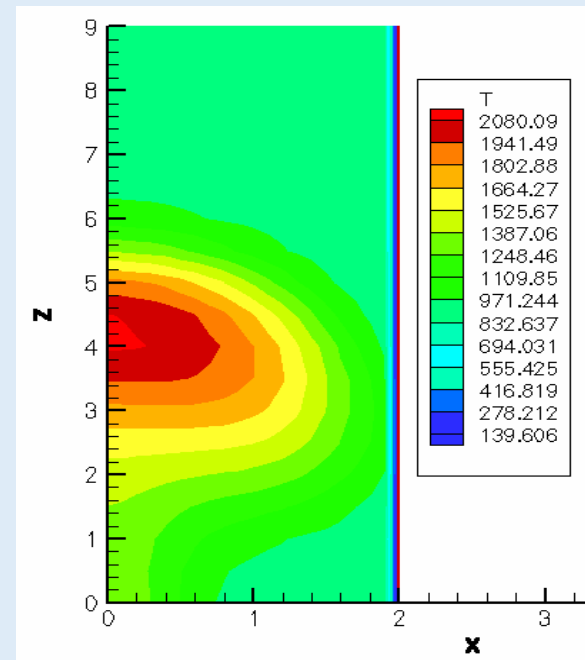


б) додекан

Рисунок 19 - Распределение температуры T в камере сгорания для октана и додекана в момент времени $t=2,5$ мс



а) октан

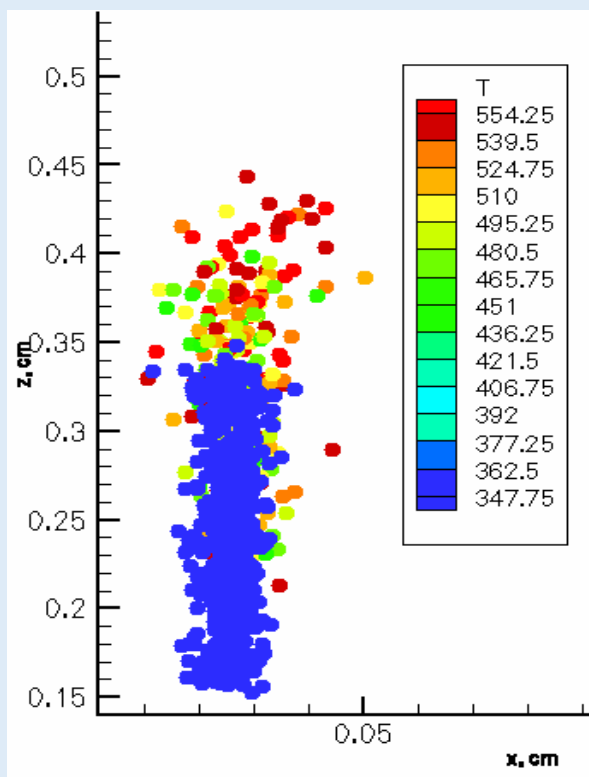


б) додекан

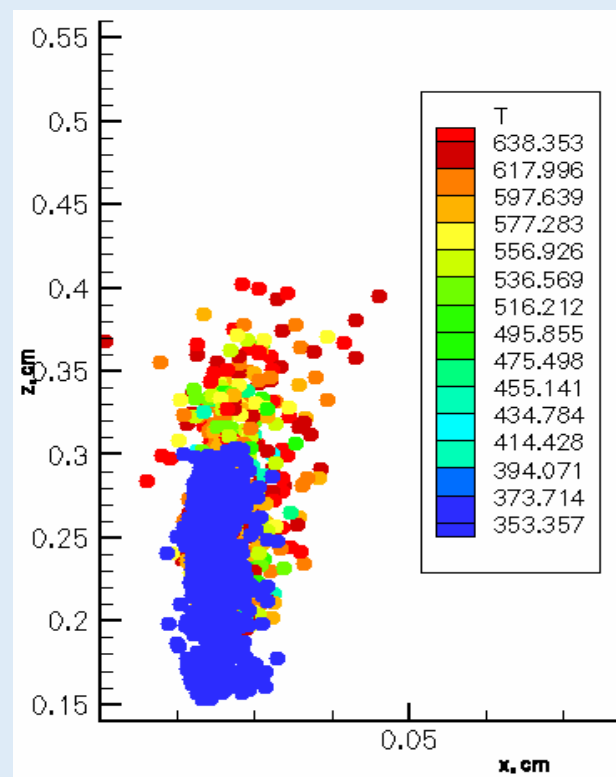
Рисунок 20 - Распределение температуры T в камере сгорания для октана и додекана в момент времени $t=3$ мс

Графики распределения капель впрысков жидких топлив при оптимальной температуре в различные моменты времени. В момент времени $t=2,5$ мс капли октана и додекана сосредоточены в малой области по ширине камеры сгорания. Капли поднимаются вверх по высоте камеры сгорания до 0,45 см при сжигании октана

При горении додекана в момент времени $t=2,5$ мс капли жидкого топлива достигают по высоте камеры 0,4 см



а) октан



б) додекан

Рисунок 21 - Распределение температуры T каплей октана и додекана в камере сгорания в момент времени $t=2,5$ мс

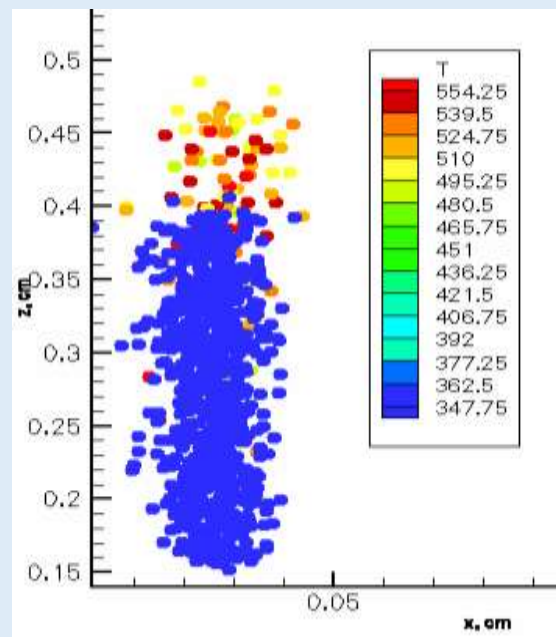
Дисперсию и распределение температур капель для двух видов топлив в камере сгорания при начальной оптимальной температуре в момент времени $t=3$ мс. В данный момент времени при горении октана преобладают капли с меньшими значениями температур, которые сосредоточены в нижней части камеры сгорания.

Максимальная температура капель октана в момент времени 3 мс составило 554,25 К.

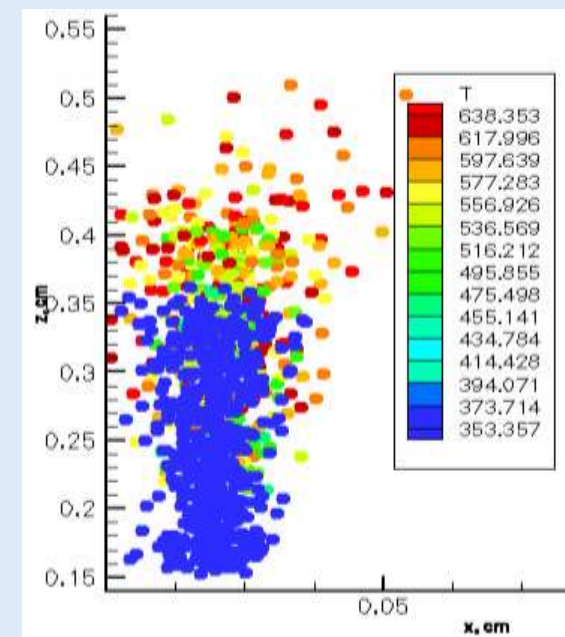
Сравнивая поведение капель октана и додекана, можно сказать, что капли додекана поднимаются немного выше капель октана: в данный момент времени капли октана лежат на высоте 0,49 см, а капли додекана 0,52 см.

Капли обоих топлив равномерно распределены по высоте и ширине камеры сгорания.

В случае додекана мы наблюдаем больше капель с высокими значениями температур и максимальная температура его капель равна 638,35 К. При горении додекана большинство капель имеют более высокую температуру, чем капли октана.

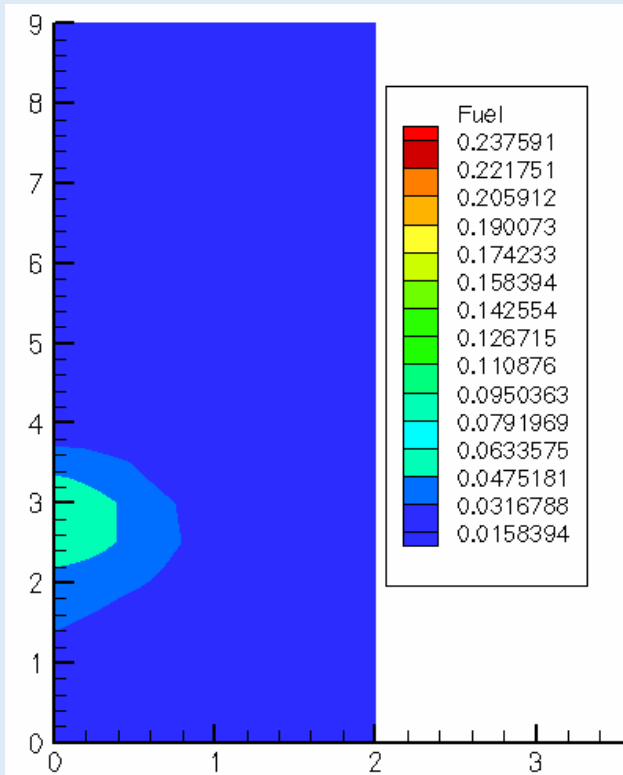


а) октан

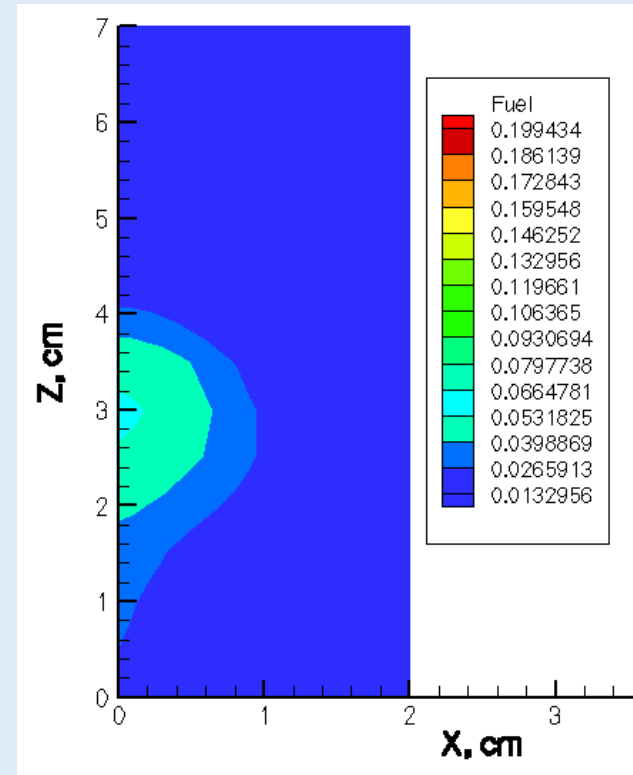


б) додекан

Рисунок 22 - Распределение температуры T капель октана и додекана в камере сгорания в момент времени $t=3$ мс



а) октан

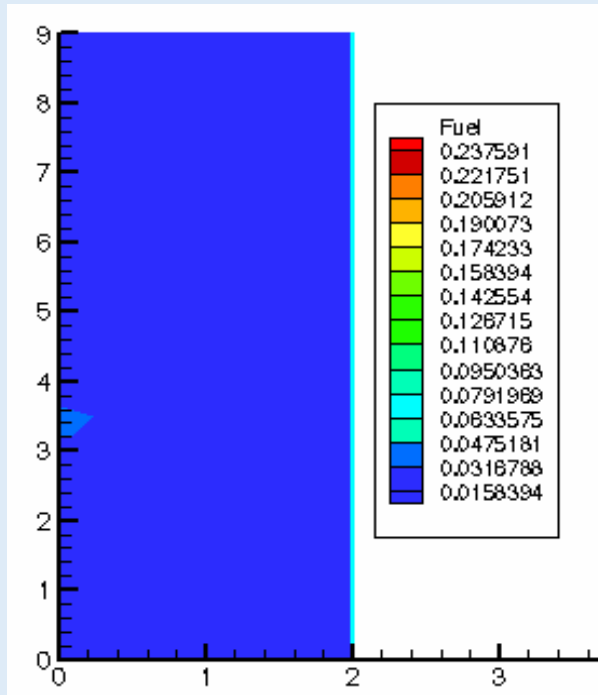


б) додекан

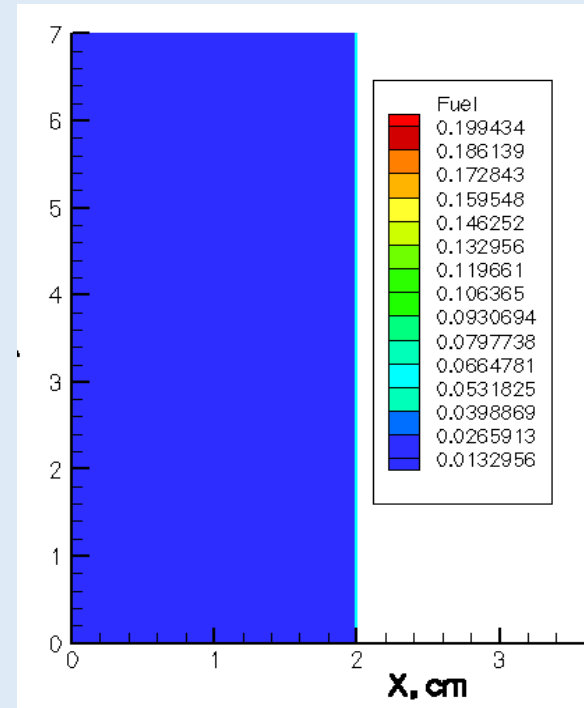
Рисунок 23 - Концентрационные поля Fuel паров октана и додекана в момент времени $t=2,5$ мс

Изменение концентрации паров октана и додекана в момент времени $t=2,5$ мс при начальной температуре окислителя равной 900 К и при оптимальных значениях давления и массы. При высокой турбулентности область, занимаемая в камере топливом, уменьшается, что согласуется с результатами.

В данный момент времени на оси камеры при горении октана пары топлива поднимаются до 3,2 см, а при горении додекана 3,8 см по высоте камеры сгорания. В остальной части камеры концентрация паров топлив минимальная.



а) октан

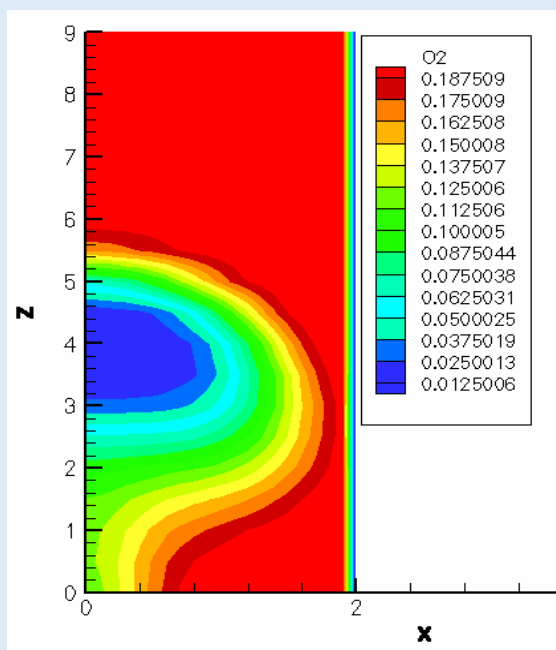


б) додекан

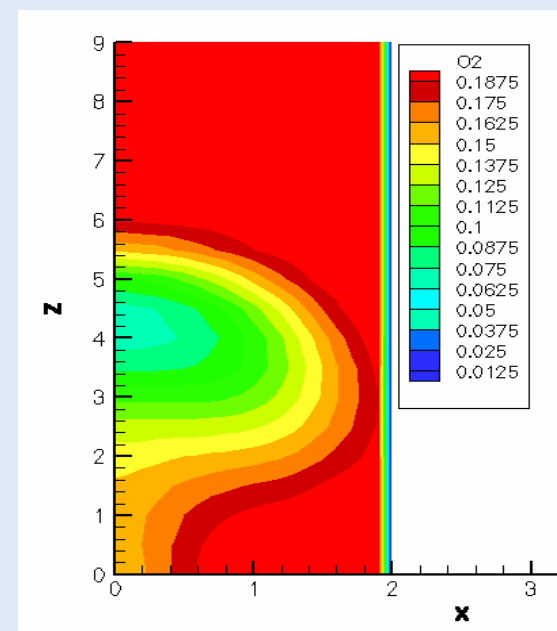
Рисунок 24 - Концентрационные поля Fuel паров октана и додекана
в момент времени $t=4$ мс

Численного моделирования горения октана и додекана при оптимальных значениях температуры, давления и массы. Приведены графики распределения продуктов реакций в момент времени 3 мс.

Максимальные концентрации кислорода при горении октана и додекана одинаковые и имеют значение равное 0,1875 г/г. Однако, в ядре факела, где происходит расход окислителя на горение топлива, содержится наименьшее количество кислорода: так при горении октана минимальная концентрация O_2 составила 0,0125 г/г, при горении додекана концентрация окислителя равна 0,05 г/г. Больше всего окислитель при горении октана расходуется в диапазоне 2,9 - 4,8 см по высоте камеры. При сжигании додекана расход кислорода на горение топлива производился на высоте от 3,8 см до 4,6 см. Анализируя данные графики, можно убедиться в том, что в ядре факела сосредоточено наибольшее количество кислорода при горении додекана.

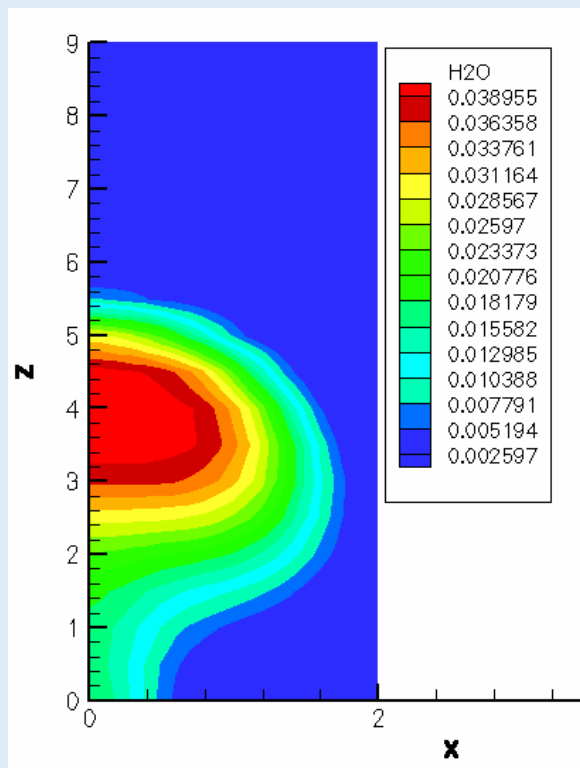


а) октан

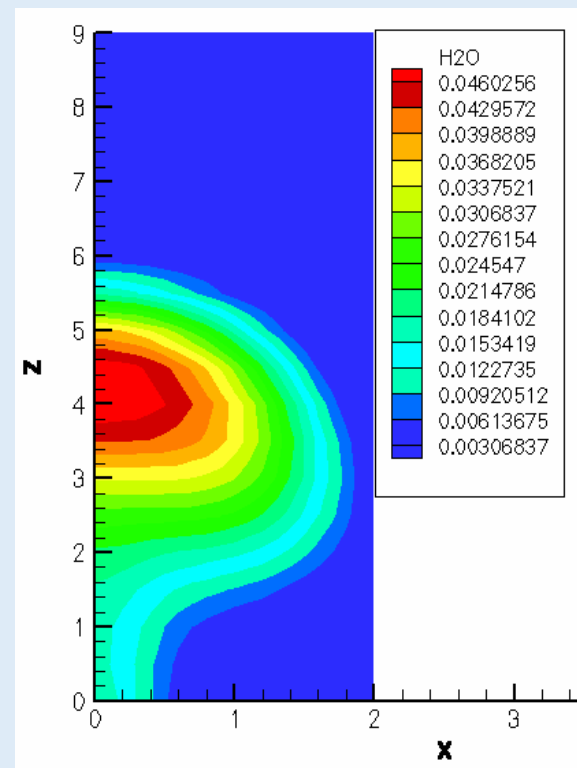


б) додекан

Рисунок 25 - Концентрационные поля окислителя O_2 в камере сгорания в момент времени $t=3$ мс

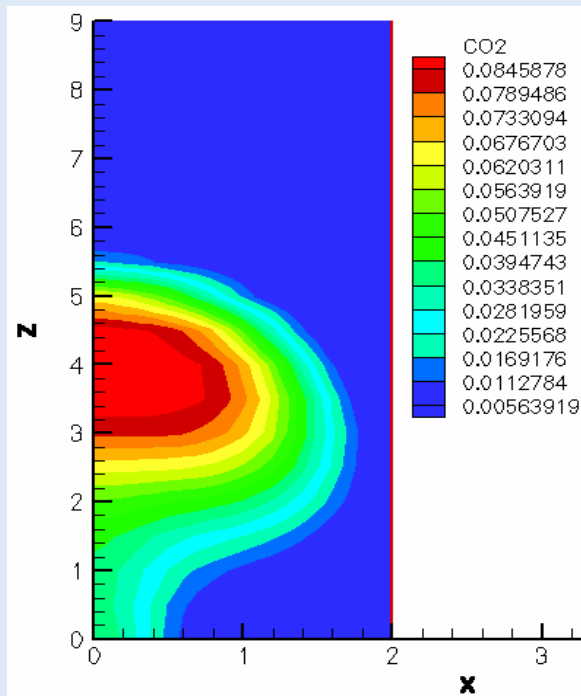


а) октан

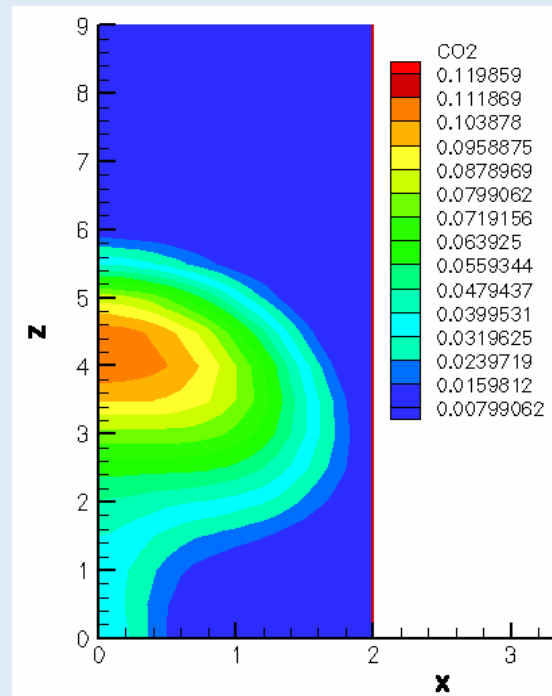


б) додекан

Рисунок 26- Распределение паров воды H_2O при горении октана и додекана в камере сгорания в момент времени 3 мс



а) октан



б) додекан

Рисунок 26 - Распределение концентраций углекислого газа CO_2 при горении октана и додекана в момент времени 3 мс