КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ВПРЫСКА НА ПРОЦЕСС ГОРЕНИЯ ЖИДКОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА

А.С. Аскарова, С.А. Болегенова, М.Ж. Рыспаева, И.Э. Березовская, Ш.С. Оспанова

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан

В настоящее время численное моделирование горения различных топлив широко изучается учеными, специализирующимися в области теплофизики. Повышение уровня экологического загрязнения окружающей среды, истощение запасов углеводородного топлива и экономический рост многих стран повышает спрос на энергию - все эти факторы приводят к задаче нахождения более экономичного и экологичного способа сжигания топлива [1]. Многие страны принимают дополнительные добровольные обязательства по снижению выбросов парниковых газов, увеличению использования возобновляемых источников энергии или даже отказу от углеводородного топлива (Швеция, Исландия).  В условиях возрастания мировых требований к чистоте топлива в Казахстане растёт нехватка высокооктановых бензинов и керосина. [2]

Для того чтобы решить эти проблемы необходимо тщательно изучить сам процесс горения. Турбулентность играет большую роль во многих устройствах, использующих процесс горения, поэтому его исследование является, возможно, одним из самых сложных разделов гидродинамики. Кроме того, горение осложнено такими факторами как различные цепные химические реакции и излучение [3]. Таким образом, компьютерное моделирование становится все более важным элементом исследования процесса горения и проектирования различных установок, работающих на различном углеводородном топливе.

Целью данной работы является изучение влияния скорости впрыска жидкого топлива на процесс его горения с помощью компьютерного моделирования на основе решения дифференциальных уравнений турбулентных реагирующих потоков.

Нами было выбрано жидкое топливо тетрадекан (C14H30), которое является основным компонентом дизельного топлива. Вычислительный эксперимент проводился в камере сгорания с h=15 см и d=4 см. Жидкое топливо впрыскивалось в камеру сгорания через круглое сопло, расположенное в центре нижней части камеры. После впрыска топливо быстро испарилось, и сгорание произошло в газовой фазе за время 4 мс. Время впрыска жидких капель равно 1,4 мс. Температура стенки камеры сгорания 353 К. Начальная температура окислителя в камере 900 К. Температура тетрадекана составила 300 К. Начальный средний радиус впрыскиваемых капель 3 мкм. Давление в камере сгорания задавалось 4 • 106 Па. Скорость впрыска жидкого топлива менялась от 150 м/с до 350 м/с.

В ходе исследования были получены распределение максимальной температуры и концентрации углекислого газа в зависимости от скорости впрыска, распределения концентрации продуктов сгорания CO2,H2O и температуры газа в камере сгорания для эффективной скорости.

Было установлено, что при скоростях меньше 150 м/с горение жидкого топлива не происходит. Однако, скорости распыла тетрадекана 200 м/с достаточно, чтобы топливо воспламенилось (рис. 1).

Наиболее эффективное сгорание происходит при скорости впрыскивания в диапазоне от 260 до 320 м/с, при таких условиях температура в камере сгорания достигает значений от 2023 К до 2048 К. При скорости впрыска равной 260 м/с концентрация СО2 достигает минимального значения 0,114 г/м3и с увеличением скорости концентрация углекислого газадостигает0,117 г/м3 (рис. 2).

C14H30z1C14H30z3C14H30z13

Рисунок 1. Распределение скорости в камере сгорания при сжигании тетрадекана в различные моменты времени: а) 0,15 мс, б) 0,6 мс, в) 1,8 мс

CO2_C14H30z13CO2_C14H30z16CO2_C14H30z19

Рисунок 2. Распределение СО2 в камере сгорания при сжигании терадекана в различные моменты времени: а) 1,8 мс, б) 3 мс, в) 4 мс

Литература:

1. Askarova A., Bolegenova S., Berezovskaya I., Maksimov V., Ospanova Sh. Study of the influence of liquid fuels spray angle on the fuel combustion at high pressure // “Science and Education”: materials of the II international research and practice conference. - Vol. I. – Munich, 2012. – P.15-19.

2. Рахимбекова С., Ачилов Н., Ивлев С. Перспективы перехода Казахстана к «зелёной» экономике // НОИ «зеленой» экономики и социальных инноваций. – Алматы, 2013. – http: greenkaz.kz

3. Аскарова А.С., Болегенова С.А., Березовская И.Э., Оспанова Ш.С. Численное моделирование процессов горения двух видов жидкого топлива в зависимости от скорости // Материалы IX Международной научно-практической конференции «Современные научные достижения». – 2013. – Прага, 2013. – С.29-34.