

О возможности улучшения характеристик активированного пористого топлива при использовании процессов ионизации в диэлектрическом кавитаторе

Е. А. Бушманов, В. Ю. Великодный, В. П. Воротилин, Ю. Г. Яновский
Институт прикладной механики РАН, Москва, Россия

И. Б. Тимофеев

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия

Ван Ви

Университет им. Джона Хопкинса, лаборатория прикладной физики, США

Разработаны способы и созданы устройства, производящие микропористые жидкости на основе воды, глицерина, масел, углеводородных топлив с высоким объемным газосодержанием (15–95 %) и диаметром пузырьков, не превышающим 10–50 мкм. Опробованы методики визуализации фронта ударной волны в такой среде. Теоретически предсказано, что при протекании микропористой жидкости через фронт ударной волны уже при скоростях потока 65–90 м/с возможны частичная конверсия и крекинг нефтепродуктов. На основе анализа экспериментального материала, имеющегося в литературе, а также количественных расчетов получено, что зарядка капель, кластеров при распыле газодисперсной среды (микропористого топлива) диэлектрическим кавитатором-форсункой в поток окислителя и последующее воздействие слабых ударных волн существенно облегчают иницирование детонационных процессов.

Для разработки новых перспективных образцов гиперзвуковой авиационной техники со скоростями полета, соответствующими числам Маха $M \geq 5$, необходимы и новые движущие устройства, так как эффективность обычных воздушно-реактивных двигателей в этом случае резко падает. В указанном диапазоне скоростей предполагается использовать детонационные и прямоточные двигатели. Одним из основных требований при разработке, испытании и эксплуатации подобных двигателей является наличие дешевого технологичного, удовлетворяющего экологическим показателям топлива, обеспечивающего стабильную работу прямоточного двигателя при числах Маха $M = 3,5–14$ и детонационного двигателя — при $M = 0–9$. Важнейшим направлением исследований является создание такого топлива на базе авиационного керосина. Фактически ставится задача создания нового вида топлива с регулируемыми физико-химическими свойствами в зависимости от условий полета.

Известно [1, 2], что предварительное барботирование жидкого топлива (например авиационного керосина) окислителем (воздухом, воздухом, насыщенным кислородом) или горючими газами (CH_4 , H_2 , C_2H_2) существенно улучшает характеристики его распыла, перемешивание,

дальнобойность струи, снижает время задержки воспламенения, а наработка первичных радикалов, продуктов неполного сгорания CO , H_2 , H_2O , конверсии и крекинга $\Sigma\text{C}_x\text{H}_y$ может существенно уменьшить время индукции цепных реакций [2, 3] при более низкой начальной температуре топливно-воздушной смеси.

Все эти факторы в совокупности благоприятно влияют на развитие процессов горения и детонации. В работе рассматриваются способы и представлены результаты испытания новых устройств, обеспечивающих производство “активированного пористого топлива” на базе жидких углеводородов, сочетающего вышеуказанные преимущества в комплексе.

Анализ физических процессов и испытание устройства для наработки “активированного пористого топлива”

Процесс получения активированного пористого топлива состоит из следующих последовательно осуществляемых стадий:

предварительное барботирование газами под давлением исходного топлива (например авиационного керосина, солярки, мазута) с использованием диспергатора;

последующее пропускание его через кавитатор, в котором происходит дальнейшее дробление пузырьков;

ударно-волновая обработка газодисперсной смеси;

распыл этой смеси в поток воздуха.

Принципиальная схема устройства, обеспечивающего реализацию вышеуказанных процессов, представлена на рис. 1. Все важнейшие узлы устройства выполнены из прозрачного материала — оргстекла, что дает возможность вести визуальные наблюдения происходящих в нем процессов и на их основе подбирать оптимальные режимы его работы. На рис. 2 показано устройство в рабочем состоянии. Для определения размеров микропузырьков газодисперсная струя выпускается в жидкость (в данном случае в воду). Работа устройства (см. рис. 1) происходит следующим образом. Исходная жидкость (топливо) под давлением по трубке 10 (диаметр проходного сечения 5—7 мм) поступает в область перед диспергатором (с диаметром пор 40—100 мкм), через который продавливается газ. Образовавшийся первичный газодисперсный поток через сетку с размером ячейки 0,5—1 мм поступает на кавитатор (с отношением диаметра проходного сечения к толщине 2,5:10—4:15), где происходит дальнейшее дробление пузырьков. После этого струя газодисперсной смеси со скоростью 40—80 м/с взаимодействует с генератором ударных волн (цилиндр с отношением диаметра к длине 3:17—5:17), расположенным перпендикулярно к потоку; затем газодисперсный поток поступает на распылительную форсунку с отношением диаметра к толщине 2:10÷3,5:10. Диаметр проходного рабочего канала D равен 18,5 мм. Ключевым физическим явлением, используемым при работе данного устройства, является тот факт, что скорость звука в газодисперсной среде может быть на два порядка ниже, чем в чистой жидкости, и на порядок ниже, чем в газе. Согласно [4], величина скорости звука в среде с пузырьками, диаметр которых $d \sim 0,01$ мм, может быть рассчитана на основе следующего выражения:

$$a^2 = \frac{\partial p}{\partial \rho} = \frac{k}{\rho_2 \varphi_1 (1 - \varphi_1)}, \quad (1)$$

- где a — скорость звука;
 k — показатель политропы;
 p — давление;
 ρ — плотность жидкости;
 φ_1 — объемное газосодержание.

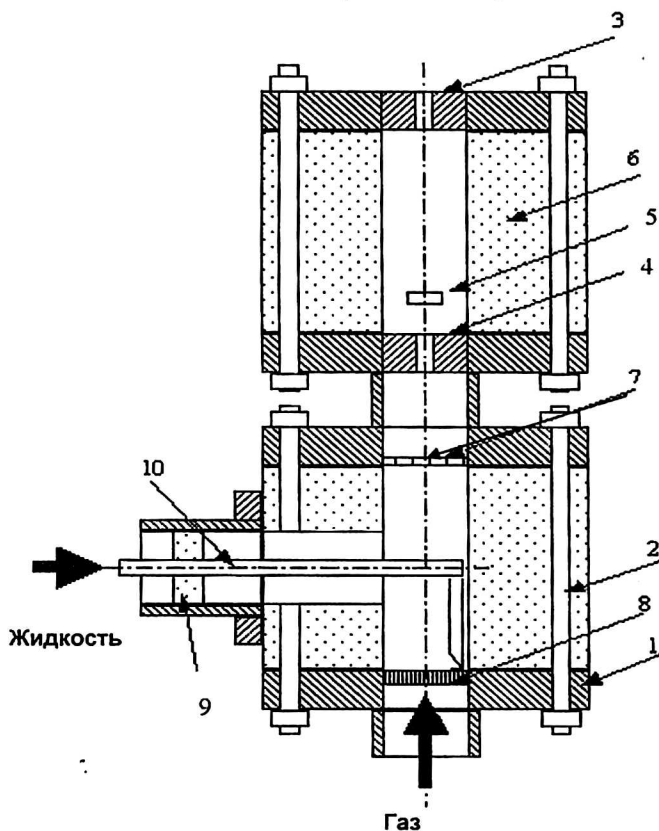


Рис. 1. Схема рабочей части установки:

- 1 — алюминиевый фланец; 2 — стягивающая шпилька;
 3 — распыляющая форсунка; 4 — кавитатор; 5 — генератор ударных волн; 6 — болванка из оргстекла;
 7 — металлическая сетка; 8 — диспергатор;
 9 — уплотнитель; 10 — пластиковая трубка

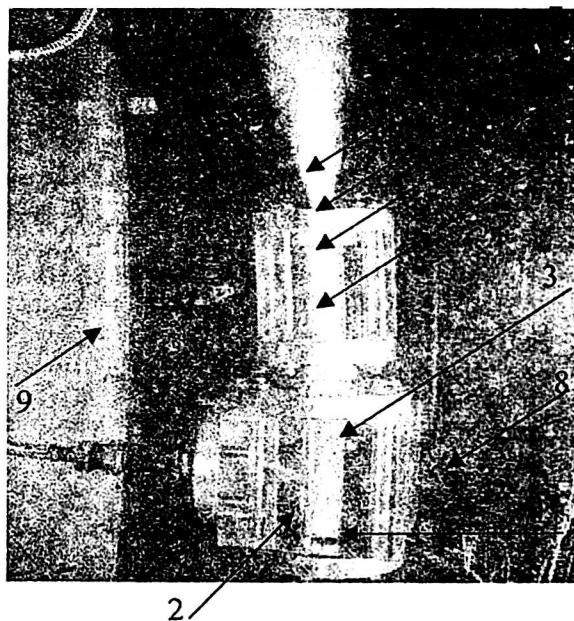


Рис. 2. Фотография помещенной в бассейн с водой рабочей части установки в действии:

- 1 — диспергирующее устройство; 2 — трубка для подачи жидкости перед диспергатором; 3 — первичный газодисперсный поток; 4 — кавитатор; 5 — вторичный газодисперсный поток; 6 — кавитатор-форсунка; 7 — затопленная газодисперсная струя; 8 — вода; 9 — стенки гидробассейна

Формула (1) справедлива при $0,1 < \phi_1 < 0,9$. При $\phi \rightarrow 1$ скорость звука a стремится к скорости звука в газе a_g , а при $\phi \rightarrow 0$ — к скорости звука в жидкости a_{liq} . Для пузырьков меньших размеров ($d < 0,01$ мм) [4] имеем

$$a^2 = \frac{\partial p}{\partial \rho} = \frac{k}{\rho_2} \frac{p + 8\sigma / 6r}{\phi_1(1 - \phi_1)},$$

где σ — коэффициент поверхностного натяжения;

r — радиус пузырька.

Минимум скорости звука достигается при объемном газосодержании $\phi = 0,5$. Например, при $p = 1$ атм ее величина $a = 23$ м/с, а при $p = 0,1$ атм $a = 7$ м/с. Из этого следует, что скорость потока, равная скорости звука, легко достигается при весьма умеренных давлениях $p_{10} \geq 5$ атм и объемных газосодержаниях $\phi_{10} \geq 0,2$ на входе в кавитатор. Работающая установка при обтекании цилиндра газодисперсной струей при числе Маха $M = 1,9$, $\phi = 0,5$ и скорости потока $v = 40$ м/с представлена на рис. 3. Перед цилиндром формируется ударная волна (темная полукруглая полоса). Визуализация ударной волны производилась посредством подсветки потока мощным световым источником $W = 1$ кВт, при этом установка помещалась в жидкую среду (воду). Принципиальная схема обтекания цилиндра газодисперсным потоком показана на рис. 4.

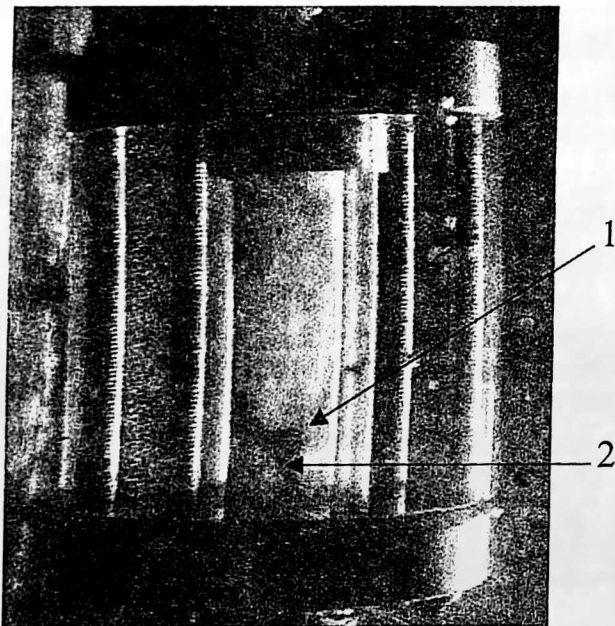


Рис. 3. Образование ударной волны 1 в газодисперсной среде около цилиндра 2 (цилиндрическая часть показана с торца)

Представляет интерес использовать эффекты, происходящие в описанном устройстве, для проведения предварительной обработки топлива посредством конверсии, крекинга и частичного

окисления перед распылением в сверхзвуковой поток или детонационную камеру.

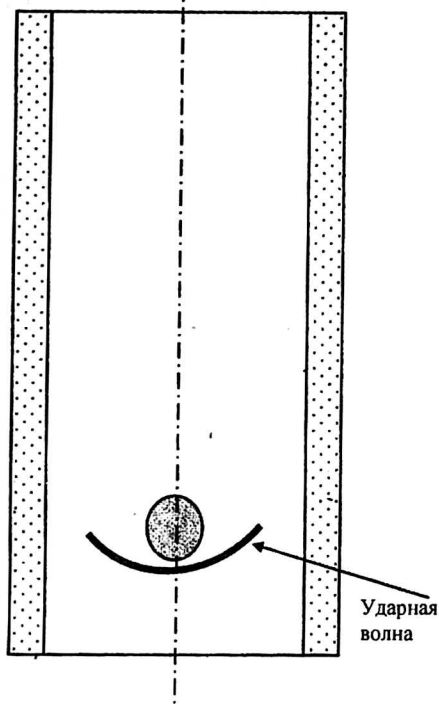


Рис. 4. Схематическое изображение формируемой ударной волны около цилиндра в газодисперсном потоке

Для этого были проведены предварительные оценки и расчеты механизмов протекания процессов, происходящих в отдельных узлах установки. Для определения параметров газодинамической струи, вытекающей из кавитатора, было принято условие теплового равновесия между жидкой и газовой фазами. Из этого условия следует, что при расширении газа в пузырьках падение температуры в них должно компенсироваться притоком тепла от жидкой фазы, в которой сосредоточена практически вся тепловая и кинетическая энергия потока. Высокая интенсивность теплопереноса обеспечивается дроблением пузырьков в кавитаторе от первоначального размера 0,5—1 мм при выходе из диспергатора до 10—50 мкм. В результате дробления пузырьков резко увеличивается поверхность теплообмена между жидкой фазой и газом. Характерное время изменения параметров струи $\tau_1 \sim 1,7 \cdot 10^{-4}$ с, при $v = 60$ м/с, характерное время выравнивания температур жидкой и газовой фаз при диаметре пузырьков $d \leq 20$ мкм можно оценить на основе численных расчетов [5], что дает $\tau \leq 10^{-5}$ с. При взаимодействии газодисперсной струи с генератором ударных волн (см. рис. 4) характерное время ударно-волнового процесса $\tau_2 \sim 1,6 \cdot 10^{-6}$ с. Ширина ударной волны по оценкам, приведенным в [4], $\delta \approx 5d$. В этом случае $\tau \gg \tau_2$.

Таким образом, температура в пузырьках в области ударной волны шириной δ (при указанных выше параметрах) не успевает выравняться с температурой жидкости. На основе формул (2)—(5) [4] можно рассчитать температуру газа в пузырьках при сжатии их в ударной волне

$$\varphi_{II} = \frac{1 - \zeta^2(1 - \varphi_I)^2}{1 + \zeta^2(1 - \varphi_I) \left(\frac{2k_I}{k_I - 1} \cdot \varphi_I - 1 \right)}; \quad (2)$$

$$\frac{c_{II}}{c_I} = \frac{\frac{1}{\zeta^2} + (1 - \varphi_I) \left(2 \frac{k_I}{k_I - 1} \cdot \varphi_I - 1 \right)}{\varphi_I \left(\frac{2k_I}{k_I - 1} - 1 \right)}; \quad (3)$$

$$\frac{P_{II}}{P_I} = 1 + \frac{M_I^2 k_I}{\varphi_I} \left[1 - \frac{c_{II}}{c_I} \right]; \quad (4)$$

$$\frac{T_{II}}{T_I} = \frac{P_{II}}{P_I} \cdot \frac{c_{II}}{c_I} \cdot \frac{\varphi_{II}}{\varphi_I}, \quad (5)$$

$$\text{где } \zeta^2 = \left[1 + \frac{2k_I}{k_I - 1} \cdot \frac{\varphi_I^2}{k_I M_I^2} \right]^{-1};$$

φ_i — газосодержание;

c_i — скорость потока;

P_i — давление, индекс $i = I$ соответствует значениям этих переменных перед фронтом ударной волны (УВ), а $i = II$ — за фронтом УВ;

k_I — показатель политропы;

M_I — число Маха;

T_I — температура газа в набегающем потоке;

T_{II} — температура газа на расстоянии 5δ за фронтом УВ.

Результаты расчетов сведены в табл. 1.

Таблица 1

Температура газа в пузырьках при сжатии в УВ

M_I	2,8	3,5	4
T_{II} , К	962	1415	1758

Скорость потока изменяется в диапазоне $v = 64-92$ м/с при давлении $P_I = 1$ атм и $\varphi_I = 0,5$. Источником кинетической и тепловой энергии, которую можно превратить в химическую энергию, в данном случае является жидкая фаза. Наличие в пузырьках окислителя, например воздуха, при указанных в табл. 1 температурах может приводить к частичному окислению топлива и получению продуктов неполного сгорания СО, N_2 , H_2O , конверсии и крекингу. Это,

согласно [1—3], может привести к интенсификации процессов горения, а также облегчению процесса иницирования детонации.

В том случае, когда в устройстве на рис. 1 вместо воды используется керосин, во время его работы наблюдается интенсивное парообразование. Причем, если распылительная форсунка и кавитирующее устройство выполнены из фторопласта, то вследствие эффектов трибоэлектричества они быстро заряжаются до потенциала порядка 50 КэВ. В результате в окрестности входа в кавитатор и в распылительную форсунку наблюдается слабое свечение. Ранее данное явление наблюдалось при течении трансформаторного масла через кавитирующее устройство [6]. Дополнительное использование этого эффекта может существенным образом облегчить детонацию жидкого топлива в детонационных двигателях. Дело в том, что при распылении обработанного газодисперсного потока образуются заряженные микрокапли топлива, при этом оставшиеся электроны также находятся в связанном состоянии с не успевшим прореагировать кислородом O_2 , т. е. в виде O_2^- . Известно, что энергия отрыва электронов от O_2 составляет малую величину (порядка 0,5 эВ). Для увеличения прочности (энергии) связи электрона с O_2 могут использоваться пары воды, получаемые в результате частичного окисления топлива или специально добавляемые в поток газа. При этом образуются кластеры $O_2^- (H_2O)_n$, где n — число молекул воды в кластере ($n = 1-10$). Это значительно увеличивает время рекомбинации образующейся кластерной слабоионизованной плазмы [7]. В процессе рекомбинации гидратированного кластерного иона $O_2^- (H_2O)_n$ сначала от него последовательно отрываются молекулы воды, а затем происходит деионизация O_2^- [7]. Последнее подтверждается получением долгоживущих плазменных образований, формируемых в разряде над водой [8]. В работе [9] показано, что вследствие эффекта сильного разделения зарядов при распространении слабых ударных волн в кластерной ионной плазме могут реализовываться электрические пробойные поля $\approx 3 \cdot 10^6$ В/см. Такие поля наблюдались экспериментально при прохождении слабых ($M = 2-3$) ударных волн в кластерной ионной плазме в ряде лабораторий ИВТ РАН [10].

Известно [11], что на процессы поджига и последующей детонации стехиометрической смеси влияют как плотность энергии, вкладываемой в поток, так и величина объема, в который эта энергия вкладывается. В детонационном двигателе для процесса поджига, переходящего в

детонацию, используется механизм фокусировки слабой ударной волны (СУВ) ($M \approx 1,5-2$) с помощью параболического газодинамического зеркала. При движении СУВ в кластерной ионной плазме, какой является специально подготовленная топливно-воздушная смесь, время ее прохождения по объему смеси много меньше времени задержки воспламенения. Поэтому почти одновременно инициируется весь объем, в котором происходит фокусировка УВ. Большие пробойные электрические поля реализуются в узкой зоне $\delta \approx 30\lambda_1-100\lambda_1$, где λ_1 — длина свободного пробега перед фронтом УВ. В этой зоне нарабатываются радикалы, электронно и колебательно возбужденные молекулы [9]. Сочетание одновременного процесса наработки радикалов и нагрева при прохождении УВ позволяет существенно сократить время задержки воспламенения при более низкой температуре и облегчить переход горения в детонацию [9]. При прохождении УВ в кластерной ионной плазме на наработку радикалов, возбужденных молекул уходит от 1 до 3 % от энергии инициирующей ударной волны, а остальное тратится на нагрев топливно-воздушной смеси. Хотя зона, в которой реализуются пробойные поля, невелика и составляет $\delta \approx 30\lambda_1-100\lambda_1$, однако вследствие различия времени распространения инициирующей УВ τ_{sh} и времени задержки воспламенения τ_{in} ($\tau_{sh} \ll \tau_{in}$), воздействию сильного электрического поля последовательно подвергается весь объем, на котором происходит фокусировка первичной слабой УВ.

Интенсивность первичной СУВ может регулироваться в зависимости от режимов работы двигателя. Энергия, вложенная в зону фокусировки УВ, определяется объемом и конечной температурой топливно-воздушной среды после воздействия УВ и составляет $\approx 0,25$ Дж, причем приблизительно 15 % этой энергии приходится на энергию электрического поля. Последняя в конечном итоге переходит в энергию получения радикалов, возбуждения молекул и тепло. Таким образом, СУВ при ее фокусировке может эффективно использоваться для объемного поджига с переходом в детонацию распыленного в воздух диэлектрической форсункой — кавитатором "активированного пористого топлива".

Важнейшим этапом является процесс смешения газодисперсной струи при распыле активированного пористого топлива в поток окислителя, так как именно он определяет время задержки воспламенения при диффузионном механизме горения. На основе разработанной теории смешения турбулентной пористой струи получены аналитические выражения для длины пути установления стехиометрического соотно-

шения между компонентами горючего и окислителя

$$x = \frac{1}{2\gamma} \left\{ \left(\frac{\rho_0 - 1}{\sqrt{\rho_0}} \right) \left[\frac{1}{\sqrt{\rho} - 1} + \ln \left(\frac{\sqrt{\rho} + 1}{\sqrt{\rho_0} + 1} \sqrt{\frac{\rho_0 - 1}{\rho - 1}} \right) \right] - \frac{1}{\sqrt{\rho_0}} - 1 \right\}, \quad (6)$$

где ρ_0 — плотность струи микропористого топлива на выходе из форсунки;
 ρ — текущая плотность;
 γ — универсальная константа, имеющая смысл полуугла расширения однородной турбулентной затопленной струи.

Модель смешения [12] иллюстрируется схемой, представленной на рис. 5. Реальная граница струи образована крупномасштабными возмущениями (вихрями), возникающими внутри турбулентной струи. Усредненное положение границы струи показано пунктирными линиями. Струя распространяется в направлении оси x ; скорость u и плотность ρ струи предполагаются постоянными по сечению струи; через u_∞ и ρ_∞ обозначены скорость и плотность внешней ламинарной среды; u_{ex} — скорость натекания (эжекции) внешней среды на струю, направленная по перпендикуляру к оси струи. Рассматривая жидкость и газ как горючее и окислитель, получим оценку тех расстояний от выходного сечения струи, на которых достигается примерно стехиометрическое соотношение массы горючего и окислителя. Поскольку, как отмечалось ранее, в наших экспериментах начальное газосодержание ϵ_0 может изменяться в пределах от 0,1 до 0,95, то для $\rho_0 = (\rho_k/\rho_b)(1-\epsilon_0) + \epsilon_0$, где $\rho_k \approx 800$ кг/м³ — плотность топлива (авиационного керосина), $\rho_b \approx 1,29$ кг/м³ — плотность окружающей среды (воздуха), находим оценку $\rho_0 \approx 700-35$ кг/м³. В то же время при стехиометрическом соотношении масс плотность смеси ρ отличается от единицы на малую величину (порядка 10^{-2}). Отсюда, упрощая (8), для x можно написать следующее приближенное выражение:

$$x = \frac{1}{2\gamma} \frac{\sqrt{\rho_0}}{\sqrt{\rho} - 1}. \quad (7)$$

Оценивая величину константы γ , отметим, что для однородной затопленной струи она имеет смысл полуугла расширения струи, составляющего примерно десять угловых градусов, или в радианах $\gamma = 0,16$. Подставляя в (7) оценки всех входящих в нее параметров, для x находим

$$x \approx 10^4 r_0 \sqrt{1 - \epsilon_0},$$

где r_0 — радиус выходного отверстия струи, $r_0 \approx 0,1-0,3$ см.

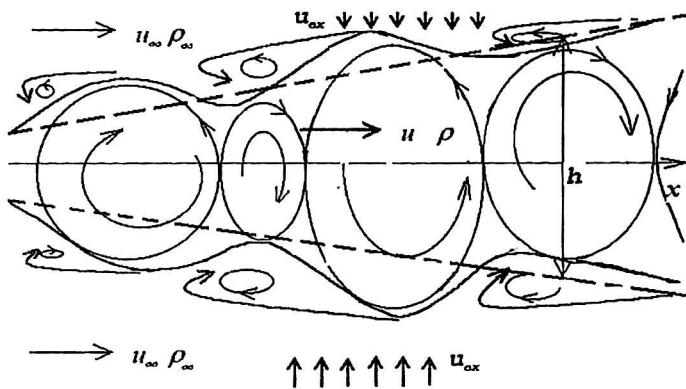


Рис. 5. Схема формирования структуры турбулентной струи

Определенный интерес представляет зависимость относительной протяженности участка струи, на котором достигается стехиометрическое соотношение состава горючего и окислителя, от начального газосодержания ε_0 . В табл. 2 приведены результаты расчета отношения $x_{\text{отн}} = x_{\text{стех}}(\varepsilon_0)/x_{\text{стех}}(\varepsilon_0 = 0)$ для ряда значений ε_0 из интервала $0 < \varepsilon_0 < 1$.

Таблица 2

Относительная длина струн, на которой устанавливается стехиометрический состав горючего и окислителя, в зависимости от начального газосодержания ε_0

ε_0	$x_{\text{отн}}$	ε_0	$x_{\text{отн}}$	ε_0	$x_{\text{отн}}$	ε_0	$x_{\text{отн}}$	ε_0	$x_{\text{отн}}$
0,0	1,0	0,30	0,84	0,55	0,67	0,80	0,45	0,97	0,169
0,1	0,95	0,35	0,81	0,60	0,64	0,85	0,39	0,98	0,136
0,15	0,92	0,40	0,77	0,65	0,59	0,90	0,31	0,99	0,093
0,2	0,89	0,45	0,74	0,70	0,55	0,95	0,22	0,999	0,020
0,25	0,87	0,50	0,71	0,75	0,50	0,96	0,196	1,0	0,0

Как видно из табл. 2, с ростом параметра газосодержания ε_0 относительная протяженность участка струи, на котором достигается условие стехиометрии, монотонно сокращается. Формально при $\varepsilon_0 = 1$ (в отсутствие горючего) его длину можно считать равной нулю.

Выводы

1. Разработаны способы и созданы устройства для получения микропористых жидкостей с высоким объемным газосодержанием и диаметром микропузырьков $d \sim 10\text{--}50$ мкм.

2. Разработаны методы визуализации ударных волн в микропористых жидкостях, получены фотографии фронта ударной волны при обтекании цилиндра.

3. Теоретически обоснована возможность проведения частичной конверсии, крекинга,

окисления нефтепродуктов в представленных в данной работе устройствах по обработке топлива.

4. Указаны перспективы возможного использования эффекта зарядки капель, распыленного газодисперсного потока, для разработки пульсирующих детонационных двигателей, работающих на керосине.

5. Разработана теория смешения турбулентных струй пористой жидкости, на ее основе показана возможность существенного сокращения размеров камеры сгорания при увеличении объемного газосодержания в топливе при диффузионном механизме горения.

Литература

1. *Avrashkov V., Baranovsky S., Levin V.* Gasdynamics Features of Supersonic Kerosene Combustion // AIAA-90-5268. P. 8.
2. *Бушманов Е. А., Великодний В. Ю., Тимофеев И. Б., Яновский Ю. Г., David M., Van Wie.* О возможности использования активированного пористого топлива в процессах сверхзвукового и детонационного горения: Междунар. симпозиум. "Термохимические и плазменные процессы в аэродинамике". — С.-Петербург 15—19 июля 2002/ Холдинговая компания "Денинец". — 8 с.
3. *Яновский Л. С., Сангир Г. Б., Свердлов Е. Д., Байков А. В.* Сравнительное исследование характеристик горения продуктов термохимического разложения углеводородного топлива в затопленном факеле: Симпозиум. "Теплохимические процессы в плазменной аэродинамике". — С.-Петербург. 30 мая—3 июня 2000. С. 46—52.
4. *Циклаури Г. В., Данилин В. С., Селезнев Л. И.* Адиабатные двухфазные течения. — М.: Атомиздат, 1973. — 444 с.
5. *Нигматулин Р. И.* Основы механики гетерогенных сред. — М.: Наука. 1978. — 336 с.
6. *Андреев А. П., Баранов Д. С., Молодов А. К., Покровский А. К., Суковаткин Н. Н.* Экспериментальная установка на базе ячейки Колдомасова/Холодная трансмутация ядер. Дагомыс. Сочи 4—11 октября 2000. — М., 2001. С. 50—52.
7. *Базелян Э. М., Райзер Ю. П.* Искровой разряд. — М.: МФТИ. 1997. — 320 с.
8. *Емелин С. Е., Рирозерский А. Л., Егоров А. И., Степанов С. И., Шабанов Г. Д., Бычков В. Л.* Моделирование шаровой молнии с помощью электрического разряда через поверхность слабого водного раствора// Холодная трансмутация ядер. Дагомыс. Сочи. 30—7 октября 2001. — М., 2002. С. 240—249.
9. *Великодний В. Ю., Битюрин В. А.* Распространение и структура фронта ударной волны в ионной плазме при наличии отрицательно заряженных наночастиц (кластеров, пылинок)// Прикладная физика. 2002. № 5. С. 90—98.
10. *Klimov A., Bityurin V., Churinov A., Fokeev V., Sakhorov A., Vystavkin N., Kuznetsov A.* Shock Wave Propagation through Non-Equilibrium Cluster Plasma// 40-th Aerospace Science Meeting @ Exhibit 14—17 January 2002, Reno, Nevada, AIAA, 2002—0639. — 7 p.
11. *Щетинков Е. С.* Физика горения газов. — М.: Наука, 1965. — 739 с.
12. *Воротиллин В. П.* Свойства турбулентных струй, выводимые на основе представлений о них как непрерывной цепочке крупномасштабных вихрей// Устойчивость течений гомогенных и гетерогенных жидкостей: Тез. докл./Под ред. В. В. Козлова. — Новосибирск, 2001. Вып. 8. С. 44.

About an opportunity of improving properties of activated porous fuel by using ionisation processes in dielectric cavitator

E. A. Bushmanov, V. Yu. Velikodny, V. P. Vorotilin, Yu. G. Janovsky
Applied Mechanics Institute RAS, Russia, Moscow

I. B. Timofeev

M. V. Lomonosov Moscow State University, Russia, Moscow

Van Wie

The Johns Hopkins University, Applied Physics Laboratory, USA

Methods and devices for micro porous liquids production based on water, glycerin, oils, carbon fuels with high volume gas content 25–75 % and bubble diameter less than 10–50 microns have been developed. Shock wave front visualization methods were tested for such medium. Possible cracking and conversion of oil products at as low shock wave velocities as 65–90 m/s while micro porous liquid flows through it were predicted theoretically. On the base of published experimental data and quantitative estimation of this paper it was found that drops and clusters charging during gas-liquid mixture (micro porous fuel) dispersion into oxidant medium by dielectric cavitator-nozzle and following effecting by weak shock waves promotes essentially initiation of detonation processes.