

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

**ПОДЖИГАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ЗАТОПЛЕННОЙ СТРУИ
ГОРЯЧИХ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ**

В. Н. Груздев, Ю. В. Виноградов, А. В. Талантов

(Казань)

Струя горячих газов, вытекающая из сопла в свободное пространство, при некоторых условиях способна обеспечить надежное воспламенение жидкого топлива, поданного по оси струи. В задачу настоящей работы входило исследование поджигающей способности струи горячих газов в зависимости от начальных температуры и размера струи, способа подачи топлива, полноты сгорания газа в камере.

Эксперименты проводились на четырех установках, отличающихся размерами выходного устройства и конструкцией газогенератора.

Установка 1 имела выходное сопло диаметром $d=50$ мм, профилированное по формуле Витошинского с 8-кратным поджатием. Генераторная камера в виде обычной жаровой трубы диаметром 120 мм с фронтным устройством (завихрителем и центробежной топливной форсункой) располагалась в подводящей трубе $d=150$ мм на расстоянии 2000 мм от выходного сопла. Во всем диапазоне режимов при коэффициенте избытка воздуха $\alpha=1,5-2,5$ полнота сгорания газов на срезе выходного сопла составляла 0,95—0,98, продукты сгорания были совершенно прозрачны.

В установке 2 сопло диаметром 75 мм находилось на выходе малогабаритной камеры сгорания того же сечения. Расстояние от стабилизатора пламени (конус с углом 90° и диаметром 50 мм) до выходного сечения составляло 200 мм. При подаче топлива под стабилизатор полнота сгорания газов на выходе из сопла составляла 0,5—0,6 при $\alpha=1,5-2,5$. Продукты неполного сгорания, вытекающие из камеры, имели яркую окраску от голубого до оранжевого цвета в зависимости от исходного состава смеси. Протяженность светящейся зоны на рабочих режимах не превышала 5 калибров (375 мм).

При подаче гомогенной топливно-воздушной смеси и при удалении стабилизатора пламени от среза на расстояние 500 мм полнота сгорания повышалась до 0,9 и продукты сгорания становились более прозрачными.

Установка 3 состояла из камеры сгорания прямоочного типа с поперечным размером 120×114 мм², что соответствует гидравлическому диаметру $d_0=132$ мм. Стабилизатор пламени — желобок с углом при вершине 60° и характерным размером 40 мм — располагался на расстоянии 1000 мм от среза трубы. Топливо ТС-1 подавалось двумя центробежными форсунками против потока перед стабилизатором пламени. Полнота сгорания на рабочих режимах ($\alpha=1,5-2,5$) колебалась в диа-

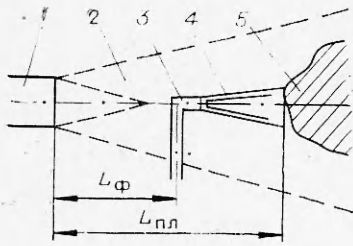


Рис. 1. Схема объекта исследования.

1 — сопло; 2 — струя продуктов сгорания; 3 — топливная форсунка; 4 — струя топлива; 5 — факел пламени.

При экспериментах на каждой из перечисленных выше установок по оси струи в поток впрыскивалось с помощью форсунок жидкое топливо ТС-1. Форсунки располагались на расстоянии, при котором образовывался устойчивый факел ($\bar{L}_\phi = L_\phi/d_0$), а также на предельно удаленном расстоянии от среза сопла $(\bar{L}_\phi)_{пр} = (L_\phi)_{пр}/d_0$, дальше которого воспламенение не происходило и отмечались отдельные редкие всполохи. Расстояние от среза сопла до начала устойчивого факела пламени $L_{пл} = L_{пл}/d_0$ фиксировалось с помощью координатной линейки. Температура струи на срезе сопла измерялась термопарами или оценивалась по результатам газового анализа.

При впрыске топлива в струе на небольшом удалении от сопла устанавливалось устойчивое пламя. Расстояние от форсунки до начала пламени слабо зависело от начальной скорости струи ω_0 в диапазоне 90—270 м/с, начальной температуры T_0 в диапазоне 1530÷1890 К и от давления подачи топлива p_r в диапазоне $(5\div 60) \cdot 10^6$ Па. С увеличением p_r (расхода топлива) увеличивается яркость и объем пламени, но расстояние до начала его появления остается примерно одинаковым. Из рис. 2 видно, что удаление пламени от форсунки существенно зависит от способа подачи топлива. Чем мельче распыл топлива, тем ближе к форсунке происходит воспламенение при прочих равных условиях.

Предельно возможное удаление пламени от сопла $(\bar{L}_{пл})_{пр}$, т. е. поджигающая способность струи, увеличивается с ростом температуры. Влияние начальной скорости струи таково, что с ростом скорости поджигающая способность струи несколько уменьшается. Сравнение струйных форсунок с центробежными показало, что при подаче топлива через струйную форсунку поджигающая способность горячей струи ока-



Рис. 2. Расстояние до точки воспламенения при различной начальной скорости струи; установка 3, $d_0 = 132$ мм.

1 — центробежная форсунка, $d = 2.1$ мм, $\bar{L}_\phi = 5.7$, $T_0 = 1530 \div 1890$ К; струйная форсунка, $d = 2.1$ мм; 2 — $\bar{L}_\phi = 5.7$, $T_0 = 1540 \div 1860$ К, 3 — $(\bar{L}_\phi)_{пр} = 6.8 - 7.6$, $T_0 = 1540 \div 1640$ К, 4 — $(\bar{L}_\phi)_{пр} = 7.0 - 7.8$, $T_0 = 1770 \div 1880$ К.

зависит от способа подачи топлива. Чем мельче распыл топлива, тем ближе к форсунке происходит воспламенение при прочих равных условиях. В диапазоне 0,5—0,8. За срезом камеры сгорания выступали языки догорающего факела, имеющие цвет от голубого до оранжевого.

В установке 4 использовался полно-размерный двигатель с форсажной камерой, диаметр выходного сопла которой составлял 0,5 м. Полнота сгорания газов на срезе сопла при работающей форсажной камере была не ниже 0,9. Продукты сгорания за срезом сопла имели слабое голубое свечение. Типичная схема, характерная для всех экспериментальных установок, приведена на рис. 1.

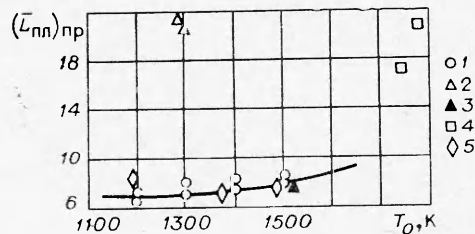


Рис. 3. Зависимость $(L_{пл})_{пр}/T_0$.

1 — установка 1, $d_0 = 50$ мм, $\eta = 0.97 \div 0.98$; 2 — установка 2, $d_0 = 75$ мм, $\eta = 0.5 \div 0.6$; 3 — установка 3, $d_0 = 75$ мм, $\eta = 0.9$; 4 — установка 3, $d_0 = 132$ мм, $\eta = 0.5 \div 0.8$; 5 — установка 4, $d_0 = 500$ мм, $\eta = 0.9$.

зывается выше, в случае центробежной форсунки, т. е. удастся организовать горение на гораздо большем удалении от сопла.

Результаты исследования по поджиганию на всех четырех установках сведены на рис. 3 в виде зависимости $(\bar{L}_{пп})_{пр} = f(T_0)$. По этим результатам можно обнаружить довольно сильное качественное влияние полноты сгорания газов в струе на выходе из сопла на поджигающую способность. Так, при увеличении полноты сгорания в установке 2 с $\eta = 0,5-0,6$ до $\eta = 0,9$ поджигающая способность уменьшается с 21 калибра до 8. Такими же величинами $(\bar{L}_{пп})_{пр} \approx 16-21$ характеризуется поджигающая способность струи установки 3 с полнотой сгорания газов $\eta = 0,5-0,8$.

Поджигающая способность струй установок 1 и 4 с почти полным сгоранием газов одинакова и имеет низшее значение (около 8 калибров), как и в установке 2.

Из этих результатов следует, что струи, близкие по своему составу к инертным (т. е. с минимальным содержанием радикалов), обладают наиболее слабой поджигающей способностью.

Результаты поджигания инертной струей горячих газов показывают, что предельное расстояние до фронта пламени, отнесенное к начальному диаметру струи (сопла), одинаково для различных диаметров сопла в диапазоне от 50 до 500 мм. Поскольку относительное распределение температуры вдоль оси струи определяется относительным расстоянием в калибрах струи, то масштаб турбулентности, пропорциональный размеру струи, не играет существенной роли при воспламенении топлива. Влияние начальных температуры и скорости потока на поджигающую способность струи оказалось довольно слабым, что объясняется, по-видимому, довольно крутым падением этих параметров по оси струи, вытекающей в затопленное пространство.

О ПОЛНОТЕ СГОРАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ГОРЮЧЕГО В СОСТАВЕ СМЕСЕВЫХ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СИСТЕМ

В. А. Бабук, В. П. Белов, Г. Г. Шелухин

(Ленинград)

От полноты сгорания металлического горючего зависит отличие реальной температуры продуктов сгорания гетерогенных металлсодержащих систем от расчетного термодинамического значения. Следовательно, по экспериментальной зависимости температуры продуктов сгорания от давления можно судить о полноте сгорания металла при различных давлениях. Такая зависимость определялась для составов с металлическим горючим — алюминием.

Эксперименты проводились в условиях установки постоянного давления, подробно описанной в [1], на плоских образцах размерами $10 \times 10 \times 50$ мм. Температура пламени измерялась с помощью спектрального цветового пирометра с фотоэлектрической регистрацией на базе спектрографа ИСП-51.

В каждом опыте фиксировались температурный профиль по высоте реакционной зоны газовой фазы, давление в установке и скорость горения образца. Исследовались модельные составы, отличающиеся процентным содержанием металлического горючего: 1—18% Al, 2—5% Al и 3—без металлического горючего. За температуру продуктов сгорания