

## ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ И ДАВЛЕНИЯ ГАЗОВ В ПЛАМЕНИ РАКЕТЫ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕРФЕРОМЕТРА ФАБРИ-ПЕРО \*)

Для измерения скорости и давления газов в пламени ракеты авторы воспользовались изменением длины волны  $D$ -линии натрия (в двух опытах — линии лития  $6707 \text{ \AA}$ ), излучаемой пламенем вследствие присутствия натрия в горючем ракеты. Скорость газов определялась по величине доплеровского смещения при наблюдении пламени под двумя различными углами. Изменение длины волны, обусловленное изменением давления, для исключения доплеровского смещения определялось при наблюдении пламени под прямым углом к направлению движения газов.

Поскольку ожидаемое изменение длины волны меньше  $0,1 \text{ \AA}$ , чрезвычайно существенно, чтобы собственная ширина спектральной линии была возможно меньшей. В случае достаточно тонкого пламени, когда поглощением в нём можно пренебречь, ширина линии определяется тепловым движением излучающих атомов (эффект Доплера) и возмущающими соударениями с соседними атомами и молекулами. Интересно отметить, что при повышении температуры оба эти фактора влияют на полуширину линии противоположным образом. Как показывает расчёт, начиная с  $1600^\circ \text{ K}$ , полуширина  $D$ -линии натрия практически не должна была бы зависеть от температуры. Однако уширение линии из-за поглощения зависит, как известно, от формы линии. Поэтому при низкой температуре и высоком давлении, когда форма линии определяется главным образом возмущающими соударениями, полуширина линии оказывается большей, чем при высокой температуре и низком давлении, когда основную роль играет эффект Доплера. Очевидно, что для уменьшения уширения линии под влиянием поглощения концентрация паров натрия в пламени должна быть минимальной. Обычно для получения излучения нужной интенсивности достаточно того количества натрия, которое присутствует в горючем ракеты (спирт) в виде загрязнений.

Для измерения скорости и давления газов была собрана установка, изображённая на рис. 1. Изменение длины волны  $D$ -линии натрия определялось с помощью интерферометра Фабри-Перо. Поскольку  $D$ -линия натрия является дублетом, расстояние между пластинками интерферо-

\*) F. P. Bundy, H. M. Strong and A. B. Gregg, J. Appl. Phys. 22, № 8 (1951).



метра подбиралось с таким расчётом чтобы интерференционные максимумы обеих линий (5890 Å и 5896 Å) совпадали. Для устранения влияния вибраций, неизбежных при горении ракеты, интерферометр был помещён в защитную камеру, смонтированную на антивибрационной опоре. Перед интерферометром помещался фильтр, пропускающий *D*-линию натрия, но не прозрачный для постороннего света.

Определение скорости газов производилось по двум снимкам интерференционной картины, полученным при наблюдении пламени под двумя различными направлениями  $\theta_1$  и  $\theta_2$  (рис. 2). Направления эти были выбраны, чтобы по возможности уменьшить влияние сложной структуры пламени на результаты измерений. Изменение длины волны  $\delta\lambda$  вычислялось, как обычно, по изменению диаметра интерференционных колец на обоих снимках, сравниваемых с помощью регистрирующего микрофотометра, после чего из соотношения

$$\frac{\delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2),$$

где  $c$  — скорость света, определялась скорость газов  $v$ . На основании среднего из 12 опытов скорость газов была получена равной

$$(2,3 \pm 0,15) \cdot 10^5 \text{ см/сек.}$$

Для измерения давления пламя наблюдалось в направлении, перпендикулярном направлению движения газов, благодаря чему доплеровское смещение было исключено. Так же как и при измерении скорости газов, сравнивались два снимка интерференционных колец: один — соответствующий определённой области пламени; второй — полученный при освещении интерферометра стандартной натриевой лампой, давление в которой очень мало. Найденное таким путём изменение длины волны *D*-линии натрия позволяло определить по градуировочной кривой давление газов в соответствующем участке пламени. Градуировочная кривая, дающая связь между изменением длины волны и абсолютным давлением газа, была получена путём определения  $\delta\lambda$  в пламени с известным давлением газа такого же состава.

Результаты измерения давления в различных участках пламени ракеты приведены на рис. 2.

Точность измерения давления оценивается авторами  $\pm 0,3$  атм.

И. Л.