

# 50-я научная конференция МФТИ

## Факультет проблем физики и энергетики

### Секция физики высоких плотностей энергии

---

УДК 53.044

*Сёмин Н.В.<sup>1</sup>, Ласкин И.Н.<sup>2</sup>, Савельев А.С.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Московский физико-технический институт (государственный университет)

<sup>2</sup> Институт теплофизики экстремальных состояний Объединённого института  
высоких температур РАН

## Моделирование самовоспламенения водорода

Водород очень привлекателен как источник энергии. Ввиду низкой плотности водорода при нормальных условиях целесообразно хранить его под высоким давлением. Уже сейчас выпускаются ёмкости, позволяющие хранить водород под давлением до 1000 атм. Однако его низкая температура воспламенения, большой концентрационный предел, высокая скорость звука — все это вынуждает получить сведения о безопасности хранения водорода под высоким давлением.

В мире накоплены сведения о воспламенении находящегося под высоким давлением водорода при случайной разгерметизации сосудов большого давления [1]. Примечателен тот факт, что такие причины возгорания, как поджог, соударение, пламя, искры из-за трения и ряд других, ответственны лишь за 15% от общего числа случаев. В остальных 85% случаев источник возгорания не установлен. Возможно, имеет место именно диффузионное воспламенение водорода [2].

В данной работе проведён численный расчёт физико-химической модели самовоспламенения струи водорода с учётом газодинамического переноса вязкости в газах, кинетики горения водорода, многокомпонентной диффузии и теплообмена. Результаты расчётов были сопоставлены с экспериментальными данными.

Результаты численного моделирования показали, что при давлении газа в сосуде 150–400 атм интенсивность ударной волны, формируемой в воздухе, достаточна для того, чтобы произошло самовоспламенение водородо-воздушной смеси, формируемой на фронте водородной струи. Локальная температура на этом фронте при воспламенении достигала 2500 К.

Была получена зависимость пределов самовоспламенения от начальных и граничных условий (рис. 1). Из рисунка видно, что численные и экспериментальные данные находятся в хорошем согласии.

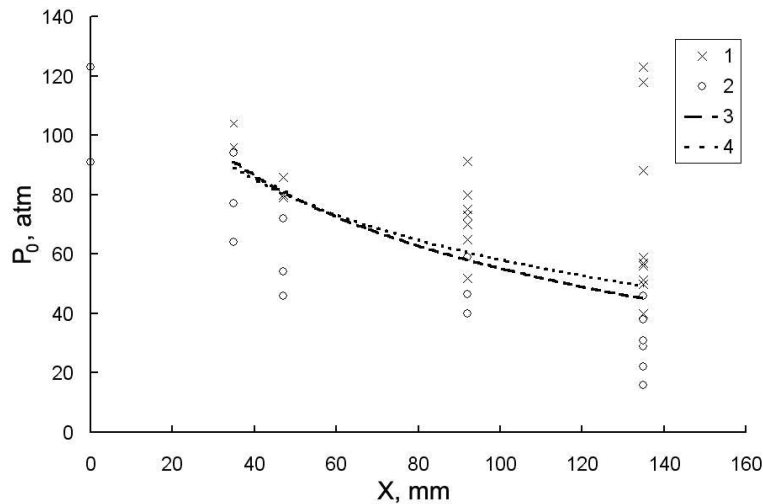


Рис. 1. Переделы самовоспламенения водорода в цилиндрической трубке (1,2).  $X$  — расстояние от диафрагмы вдоль трубы,  $P_0$  — начальное давление в камере высокого давления. 1, 2 — наличие и отсутствие воспламенения в цилиндрической трубке, эксперимент; 3 — предел воспламенения в цилиндрической трубке, эксперимент; 4 — предел воспламенения в цилиндрической трубке, расчёт

Итак, ударная волна, формируемая при истечении импульсной струи горючего газа, является возможной причиной его самовоспламенения, которое возникает на контактной поверхности, отделяющей этот газ от атмосферного воздуха.

Самовоспламенение водорода в канале низкого давления имеет место, если начальное давление в сосуде, из которого он истекает, составляет более 40 атм.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Atsbury G.R., Hawksworth S.J.* Spontaneous ignition of hydrogen leaks: a review of postulated mechanisms // ICHS Papers. — 2005.
2. *Баженова Т.В., Брагин М.В., Голуб В.В., Иванов М.Ф.* Условия устойчивого горения при воспламенении импульсной струи водорода, истекающего в атмосферу // Письма в ЖТФ. — 2005.

---

Представленная выше версия доклада является ознакомительной.

Версию доклада, предназначенную для печати, можно найти в факультетском сборнике трудов конференции. Электронные материалы конференции публикуются по адресу [http://www.mipt.ru/nauka/conf50/plen\\_sections/](http://www.mipt.ru/nauka/conf50/plen_sections/)