

## О ВЛИЯНИИ ПУЛЬСАЦИОННОЙ СКОРОСТИ НА ПОКАЗАНИЯ ИОНИЗАЦИОННОГО ДАТЧИКА

©2016 А.П. Шайкин, И.Р. Галиев

Тольяттинский государственный университет

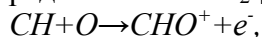
### ON INFLUENCE OF FLUCTUATING VELOCITY VALUES OF IONIZATION PROBE

Shajkin A.P. Galiev I.R. (Togliatti State University, Togliatti, Russian Federation)

*Based on the analysis literature data and our own studies has been suggested mechanism of influence of the fluctuating velocity flame on the ion current. It is assumed that the fluctuating velocity affects the carbon concentration and the rate of chemical reactions in the flame front, the ratio of which determines the value of the ion current, i.e. indications of the ionization sensor.*

В настоящее время среди широкого спектра методов исследования процесса сгорания топлива в двигателях, ионизационные датчики (ИД) всё ещё остаются самыми дешёвыми и надёжными. Поэтому во всем мире ИД достаточно успешно и давно используются для индикации наличия/отсутствия пламени в камерах сгорания двигателей и энергетических установок. Постоянные попытки расширить функциональные возможности ИД (например, определение ими характеристик пламени, турбулентности и токсичности продуктов сгорания топлива) сталкиваются с преградой нерешённых научных вопросов, одним из которых является определение влияния пульсационной скорости пламени на показания ИД, т.е. на ионный ток.

Значение ионного тока обусловлено электропроводностью фронта углеводородного пламени, т.е. хемионизацией. Согласно существующим представлениям хемионизация происходит в той части пламени, где наблюдаются максимальные концентрации радикала  $CH$  и  $C_2$  [1]:



В работе [2] была выявлена линейная корреляция скорости хемионизации со скоростью химических реакций горения. Пиковые значения обеих скоростей наблюдались при стехиометрическом составе топливовоздушной смеси (ТВС). При этом отмечено смещение в область богатой ТВС пика ионного тока относительно пика скорости хемионизации. В работе [3] данный факт объясняется влиянием доли углерода на процесс ионизации. Таким образом, значение ионно-

го тока ( $I$ ) в углеводородном пламени определяется соотношением:

$$I = N_C \cdot U_x \cdot const,$$

где  $N_C$  – концентрация частиц углерода в зоне химических реакций пламени.

$U_x$  – скорость химических реакций горения.

Концентрация частиц углерода в зоне химических реакций пламени зависит от содержания углерода в горючем и интенсивности его транспортировки молекулярной и турбулентной диффузией из ТВС во фронт пламени, т.е. от массопереноса.

Влияние массопереноса на ионный ток рассмотрено в работах [1, 4], в которых показано, что в условиях бунзеновской горелки турбулентные пульсации скорости способствуют росту ионного тока в 2 – 3 раза. В исследовании [5] проводимом на поршневом двигателе внутреннего сгорания показан рост ионного тока с увеличением частоты вращения коленчатого вала двигателя, которая, как известно [6], прямо пропорциональна пульсационной скорости. Стоит отметить, что приведенные выше работы, носят экспериментальный характер и не раскрывают механизма влияния пульсационной скорости на ионный ток.

На основании современных представлений о турбулентном пламени [7] нами предлагается, что пульсационная скорость определяет интенсивность транспортировки частиц топлива, а значит и углерода, в зону химических реакций пламени. Чем выше значение пульсационной скорости, тем больше углеродсодержащих частиц топлива проникает во фронт пламени. При этом возрастают потери тепла на нагрев этих частиц топлива, что способствует снижению темпе-

ратуры во фронте пламени, а значит и скорости химических реакций. Данный механизм схож с процессом снижения скорости распространения пламени и его погасанием при чрезмерно высокой интенсивности турбулентности [7].

Таким образом, пульсационная скорость влияет на концентрацию углерода и скорость химических реакций во фронте пламени, соотношение которых и определит значение ионного тока, т.е. показания ИД.

Данная работа выполнена при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, договор № 0010547, а также в рамках государственного заказа, проект № 394.

#### Библиографический список

1. Семенов Е.С., Соколик А.С. Термическая и химическая ионизация пламени // Физика горения и взрыва. 1970. № 5. С. 37-48.

2. Аравин Г.С., Семёнов Е.С. О связи между скоростями химической ионизации и реакции горения в ламинарном пламени //

Физика горения и взрыва. 1979. № 5. С. 40-46.

3. Шайкин А.П., Будаев С.И., Галиев И.Р. О взаимосвязи концентрации углерода в топливе и характеристик распространения пламени с величиной ионного тока // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. 2015. №4. С. 156-163.

4. Богословский В.П., Зайчиков В.В., Самойлов И.Б. О зондовых измерениях ионизации в пламени // Физика горения и взрыва. 1974. №3. С. 705-710.

5. VanDyne E.A., Burcmyer C.L., Wahl A.M., Funaioli A.E. Misfire Detection from Ionization Feedback Utilizing the Smartfire Plasma Ignition Tecnology // SAE 2000-01-1377.

6. Heywood J. B. Internal combustion engine fundamentals. New York : McGraw-Hill, 1988. 931 p.

7. Варнатц Ю., Маас У., Диббл Р. Горение. Физические и химические аспекты, моделирование, эксперименты, образование загрязняющих веществ. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. 352 с.

УДК: 621.444.4

## ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ СИЛЬФОННЫХ КОМПЕНСАТОРОВ И АНАЛИЗ ИХ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

©2016 А.Н. Мурзин, А.А. Кузнецов

Публичное акционерное общество «Кузнецов», г. Самара

### REASONS OF VIBRATIONS IN EXPANSIONS JOINTS AND ANALYSIS OF FREQUENCY CHARACTERISTICS

Murzin A.N., Kuznetcov A.A. (PJSC «KUZNETCOV», Samara, Russian Federation)

*The article describes various types and sources of flexible metal hoses (FMH) vibrations. Depending on the direction of vibration displacements, basic variations of sleeves vibrations has been identified: transversal, longitudinal and torsion. The distinguished forces, which excite vibrations in FMH, acting on it, has been divided into static and dynamic loads. The most common type of vibrations - transverse vibrations of flexible sleeves has been considered in more details. Also have been investigated ripples - one of the main triggers of transverse vibrations, which significantly degrade the hydraulic performance of pipeline communications. The paper presents the analysis of the characteristics of the bending and longitudinal stiffness, which implies that the stiffness increases with growing internal pressure, the diameter of the sleeve and the number of braids. To determine the frequency characteristics of FMHs, the bar, with reduced parameters of elasticity and mass, has been chosen as FMH mathematical model, also have been studied results of A. I. Kryukov researches of the influence of various factors on the of metal sleeves own frequencies.*

Гибкие коммуникации подвергаются сложным статическим и динамическим нагрузкам. К первым относятся усилия, возникающие при компенсации монтажных и температурных перемещений, а также от воз-

действия внутреннего давления. Ко вторым относятся периодические усилия, воздействующие на рукав через узлы подсоединения к вибрирующим частям механизмов (механическое возбуждение) или возникающие