

## ОБ ЭФФЕКТЕ ПОВТОРНОГО СКАЧКА ДАВЛЕНИЯ ПРИ ВЗРЫВЕ ГАЗОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ В НЕЗАМКНУТОМ ОБЪЕМЕ

Д-р техн. наук, проф. Ю.Х. ПОЛАНДОВ, асп. М.А. БАРГ, канд. техн. наук С.А. ВЛАСЕНКО

*При проведении экспериментов по определению влияния места расположения взрывного клапана на давление взрыва в объеме цилиндрической формы в некоторых случаях отмечено появление второго скачка давления, величина которого может превышать величину первого. Математическое моделирование показывает, что причиной повторного скачка давления является резкое увеличение площади поверхности фронта горения при прохождении им отверстия взрывного клапана.*

*Conducting experiments on determination of explosive valve placement influence upon explosion pressure in cylindrical volumes, the second pressure peaks have been registered. The value of the second pressure peak might be greater than the first peak's value. Results of a numerical modeling show that the source of the second pressure peck is a sudden expansion of a burning-surface area when flame front passes the explosion valve.*

При поддержке Российского фонда фундаментальных исследований\* проводились экспериментальные исследования влияния места расположения и размера проходного сечения взрывного клапана на давление взрыва газовой смеси, распыленной в сосуде цилиндрической формы длиной  $L = 1500$  мм и диаметром  $D = 200$  мм (рис. 1).

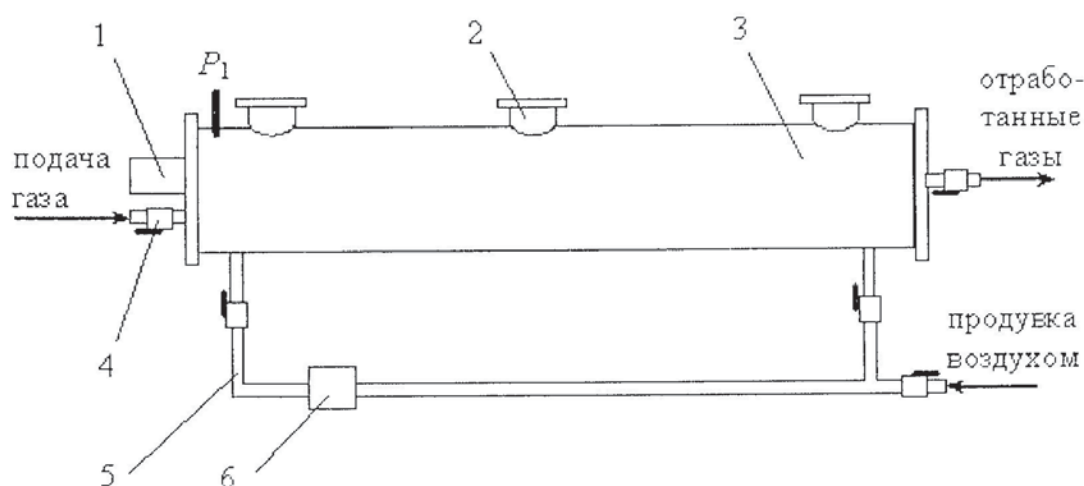


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 — устройство зажигания; 2 — взрывной клапан; 3 — рабочая полость; 4 — запорный кран; 5 — циркуляционный контур; 6 — вентилятор; P — преобразователь давления

В ходе исследования каждая серия экспериментов отличалась диаметром проходного сечения клапана ( $d = 20$  и  $40$  мм) и местом его расположения: в начале, на середине и в конце сосуда. Опыты начинались с продувки воздухом через циркуляционный контур 5 рабочей полости 3 экспериментального объекта, после чего она заполнялась топливно-воздушной смесью, состоящей из сжиженного бытового газа и воздуха, при этом запорные краны 4 отсекали рабочую полость от внешней среды и циркуляционного контура.

\* Грант № 06-08-96306.

Далее при помощи устройства *1* в рабочую полость подавалась искра и происходило воспламенение топливной смеси. Давление взрыва, полученного в результате этого, фиксировалось с помощью преобразователя давления марки КРТ-СТ-1,6-0,5-М (изготовитель ЗАО «Орлэкс», г. Орел). Сбор и обработка результатов экспериментов проводились с помощью информационно-измерительного комплекса на базе персонального компьютера.

Априори в каждом опыте ожидался единообразный характер изменения давления взрыва газовоздушной смеси в виде всплеска – первоначальный рост давления и последующий его спад. Результаты экспериментов при  $d = 20$  мм подтвердили данное предположение (рис. 2, а). Однако при расположении взрывного клапана на середине экспериментального сосуда и диаметре проходного сечения взрывного клапана  $d = 40$  мм были отмечены повторные всплески давления, превышающие по амплитуде первый всплеск (рис. 2, б).

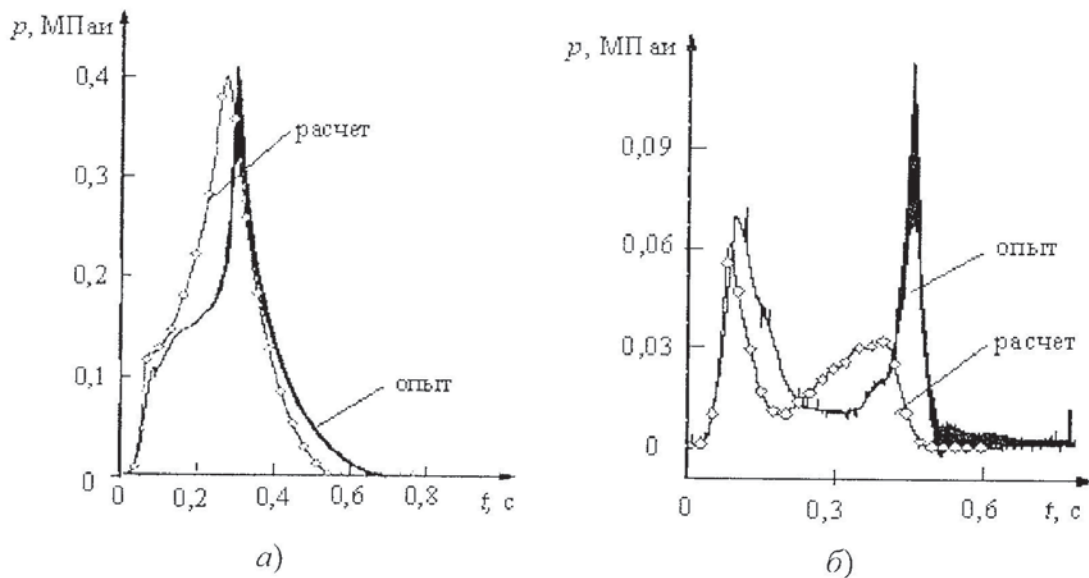


Рис. 2. Динамика давления взрыва газовоздушной смеси: а)  $d = 20$  мм; б)  $d = 40$  мм

С целью объяснения данного эффекта на основе метода крупных частиц была разработана модель процессов, протекающих в экспериментальном сосуде.

В модели на расчетную область (полость экспериментального сосуда) накладывается регулярная ортогональная сетка (размер ребра ячейки  $l = 20$  мм), в ячейках которой задается состояние газовой смеси. В качестве параметров состояния, согласно методу крупных частиц, используются плотность газа  $\rho$ , вектор скорости  $\vec{U}$ , удельная полная энергия  $E$ , давление  $p$ . Также вводится дополнительный параметр – массовая доля продуктов сгорания в ячейке  $f$ . На границах полости задаются условия «непротекания» смеси из внутренней области во внешнюю через поверхность раздела. Параметры ячеек взрывного клапана определяются путем линейной экстраполяции.

На каждом вычислительном шаге для каждой ячейки сетки решается система дифференциальных уравнений Эйлера, рассчитывается объем сгоревшего газа за время  $\Delta t$  и выделение энергии от сгорания. Модель учитывает перемещение фронта горения под воздействием газодинамических течений.

На рис. 3 показан результат расчета давления взрыва при диаметре клапана  $d = 40$  мм и его расположении на середине поверхности сосуда. Точки *A, B, C, D* на рис. 3, а характеризуют значение давления взрыва, которому соответствует фронт горения, показанный на рис. 3, б.

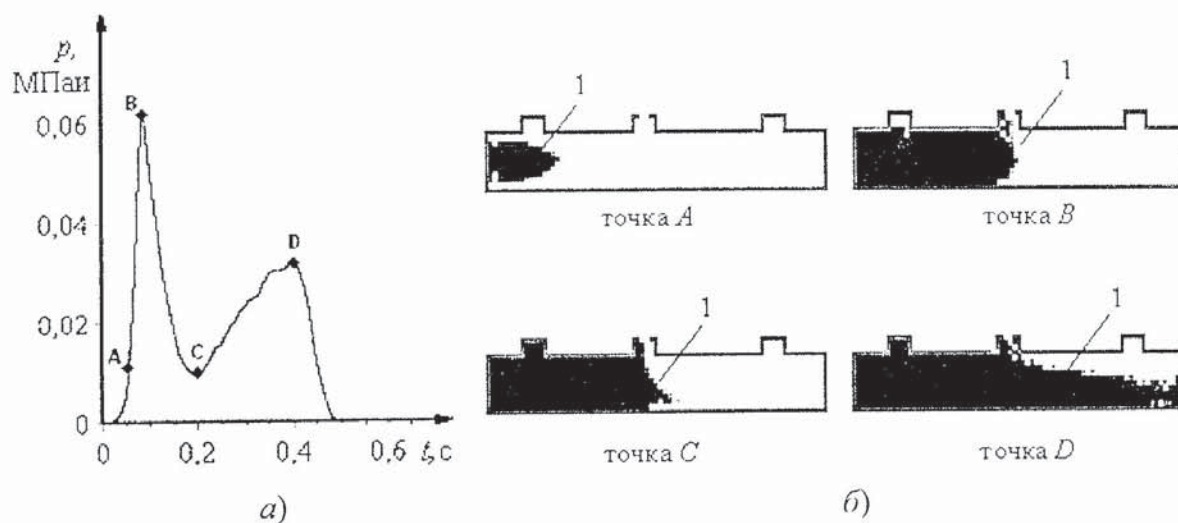


Рис. 3. Расчет давления взрыва газовой смеси в сосуде при диаметре сечения взрывного клапана  $d = 40$  мм: а) кривая давления взрыва; б) распространение фронта горения в разные моменты времени в период взрыва: 1 – фронт горения газовой смеси

Вычислительный эксперимент показал, что причиной повторного всплеска является резкое увеличение площади поверхности фронта горения при прохождении им сечения взрывного клапана.