

УДК 614.844+621.227

МОДЕЛЮВАННЯ ІМПУЛЬСНОГО ВОДОМЕТУ МАЛОГО КАЛІБРУ

Асп. А.Ю. Панасюк
Наук. керівник доц. М.В. Безкровна
Донецький національний університет

Для лабораторних досліджень корисним може виявитися пороховий імпульсний водомет (ІВ) малого калібру, пристосований під мисливський патрон. Схема такого ІВ і основні його розміри приведені на рис. 1. Працює ІВ наступним чином. У початковий момент капсулем підпалюється пороховий заряд 1. Відпрацьовані гази пороху штовхають водяний заряд 2, який повністю заповнює стовбур 3. Рідина починає спливати з сопла що звужується 4 імпульсним струменем з великою швидкістю.

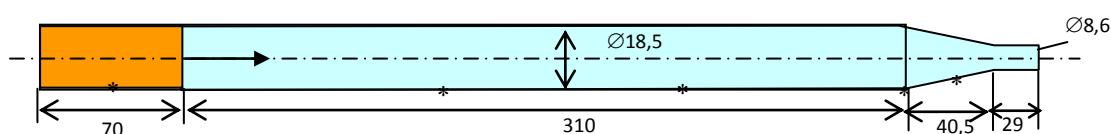


Рисунок 1 – Схема порохового ІВ

Рух рідини всередині ІВ добре описується в квазіоднорічному наближенні системою рівнянь нестационарної газової динаміки у вигляді

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} F + \frac{\partial \rho v F}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial \rho v F}{\partial t} + \frac{\partial (\rho v^2 + p) F}{\partial x} = p \frac{dF}{dx},$$

$$p = B \left[\left(\frac{\rho}{\rho_0} \right)^n - 1 \right].$$

з відповідними початковими і граничними умовами. Горіння пороху розглядається в квазістационарному наближенні при припущеннях, характерних для задач внутрішньої балістики в артилерії, і описується системою звичайних диференціальних рівнянь. Поставлена задача вирішувалася чисельно методом Годунова. Нижче наведені деякі результати розрахунків для порохового заряду масою 10 г.

На рис. 2 приведена залежність тиску в соплі в різних перетинах (1 - перетин $x = L_s * 0.5$ мм, 2 - перетин $x = L_s * 0.75$ мм, 3 - перетин $x = L_s$ мм) і швидкості витікання струменя (крива 4) від часу.

Як видно, тиск в різних перетинах в стовбурі ІВ змінюється однаково. Максимальні значення тиску досягають 225 МПа. В кінці сопла тиск в цій установці менше, ніж в середній частині на 10%. Витікання струменя починається з нульової швидкості, яка потім зростає в міру збільшення тиску порохових газів. Максимального значення швидкості витікання струменя досягає 640 м / с в момент часу, коли тиск в ІВ максимальний. Такий характер залежності швидкості витікання від часу характерний для ІВ, якщо такий процес близький до квазістационарного. Максимальне значення швидкості витікання струменя дуже добре узгоджується з максимальним тиском при розрахунку за рівнянням Бернуллі для нестисливої рідини $p + \frac{\rho v^2}{2} = const$.

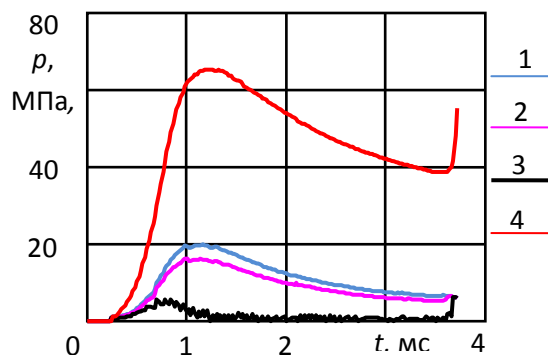


Рисунок 2 – Залежність тиску

Це говорить про те, що для даної установки при розрахунку її параметрів можна знехтувати стисливістю рідини, що істотно спрощує процедуру розрахунку. Різне зростання гідродинамічних параметрів в кінці процесу відповідає кінцевій стадії витікання, коли залишки води виштовхуються тиском порохових газів. На графіках цю стадію можна обрізати і не показувати. Вона практичної цінності не має.