

Манометрические исследования закономерностей горения порохов преследуют следующие цели: определение и сравнение характеристик горения различных порохов; выяснение влияния рецептурных и технологических факторов на закономерности их горения; использование результатов испытаний при проектировании метательных зарядов и ствольных систем [1]. Непременным условием определения закономерностей горения порохов при испытаниях и использования экспериментально полученных закономерностей для прогнозирования внутрибаллистических характеристик выстрела является превышение уровня максимальных давлений, реализуемых в манометрических сосудах, над уровнем максимальных давлений в артиллерийских системах. Повышенные требования к аппаратуре высокого давления и увеличение трудоемкости испытаний обязывают к поиску новых решений в области аппроксимации опытной зависимости давления от времени и методов определения скорости горения порохов. Задачу математического сглаживания экспериментальных кривых $p(t)$ решает предложенный [2] метод определения скорости горения и зависимости относительной поверхности горения от текущей толщины горящего свода $\sigma(z)$ по манометрическим опытам в диапазоне плотностей заряжания. Метод предполагает те же допущения, что используются при определении скорости горения известными методами [3, 4]: - горение происходит параллельными слоями; - скорость горения является функцией давления ; - для обрабатываемой серии экспериментов существуют единые зависимости $\sigma(z)$ и $\psi(z)$. В соответствии с зависимостями, связанными с существом решаемой задачи: - из физических соображений для скорости горения (1) где a, b, v – неизвестные коэффициенты закона скорости горения испытуемого пороха, - из геометрических соображений для относительной части сгоревшего заряда от текущей толщины горящего свода. , (2) где λ, μ – неизвестные коэффициенты формы порохового зерна Относительная толщина горящего свода (3) e_1 – половина толщины горящего свода. Зависимость относительной части сгоревшего заряда ψ от значения давления P , полученного экспериментально для текущего момента , (4) где $P(t)$ – давление продуктов сгорания в манометрическом сосуде в момент времени t ; W_0 – объем манометрической бомбы; b – плотность пороха; α – ковалюм продуктов сгорания; αv – ковалюм продуктов сгорания воспламенителя; f – сила пороха; $f v$ – сила пороха воспламенителя; w – масса навески; $w v$ – масса навески воспламенителя. Значения коэффициентов закона скорости горения – a, b, v и коэффициентов формы порохового зерна – λ, μ определяются из условия минимизации суммы абсолютных разниц значений относительной части сгоревшего заряда $\psi(t)$ в каждой достоверной точке t по зависимостям (3) и экспериментальной кривой (1) одновременно для двух и более экспериментальных зависимостей $p(t)$, полученных при разных плотностях заряжания. Искомые значения a, b, v, λ, μ также могут определяться из условий минимизации максимального отклонения

и минимизации суммы квадратов абсолютных и относительных отклонений. (5) На стадии программирования возможно исключение или снижение влияния участков кривой $p(t)$ противоречащих физической сущности процесса путем умножения соответствующих отклонений на понижающий коэффициент. Способ минимизации суммы квадратов абсолютных отклонений при решении подобных задач является общепринятым. Критерием корректной реализации описанного метода является визуальная близость экспериментальных кривых $p(t)$ для каждой плотности заряжания и зависимостей полученных по алгоритму (1)-(3)-(2)-(4) после определения коэффициентов a, b, v, λ, μ каким-либо из вышеописанных способов минимизации (рис.1). , (6) Рис. 1 - Зависимости $P(t)$: экспериментальные и построенные по найденным коэффициентам закона скорости горения - a, b, v и формы порохового зерна - λ, μ (для 3 плотностей заряжания) Экспериментальные зависимости $P(t)$ получены при испытаниях, разрезанной вдоль для исключения канального эффекта, пороховой трубки в манометрическом сосуде объемом. Расчет проведен без учета тепловых потерь [5, 6]. Зависимости характеризующие изменение формы порохового зерна в процессе горения ($\chi=1,32; \lambda =-0,36; \mu =0,116$) и закон скорости горения (χ) определены описанным методом по трем экспериментальным кривым $p(t)$