



ПОРОХА́

Авторы: Г. И. Маньковский

ПОРОХА́, *[взрывчатые вещества](#)*, относящиеся к группе метательных; используются как источник энергии в ствольных системах и в качестве твёрдого ракетного топлива. П. способны к протеканию в узкой зоне самораспространяющейся экзотермич. химич. реакции с образованием гл. обр. газообразных продуктов. Горение П. происходит параллельными слоями в направлении, перпендикулярном поверхности горения заряда, и обусловлено передачей тепла от слоя к слою. Скорость тепло- и газовой выделений зависит от величины поверхности заряда и линейной скорости горения. Поверхность заряда определяется размером и формой пороховых элементов, выполненных в виде цилиндров разл. диаметра и длины с одним или несколькими каналами, пластин, лент, сфер и т. д. В отличие от др. взрывчатых веществ, благодаря исключению возможности проникновения продуктов горения внутрь вещества, горение П. устойчиво (не переходит в детонацию) в широком интервале внешних давлений – до 10^8 – 10^9 Па. Скорость горения П. увеличивается с повышением давления окружающего газа и темп-ры заряда. В ракетной камере с рабочим давлением ок. 10 МПа линейная скорость горения П. составляет 1 см/с, в ствольных системах с рабочим давлением 100–1000 МПа – 10–100 см/с. В ствольных системах П. сгорает за сотые и тысячные доли секунды, в ракетных двигателях – за десятки секунд. При горении П. выделяется большое количество газов (до $1 \text{ м}^3/\text{кг}$) с темп-рой 1200–3700 °С.

Осн. характеристики П. – теплота сгорания при постоянном объёме (2,5–5,4 МДж/кг), объём газообразных продуктов и работоспособность. Для ствольных систем работоспособность выражают работой, которую производят газообразные продукты взрыва 1 кг П., – т. н. силой П. (в Н·м/кг); для ракетных систем работоспособность П. – единичный импульс (в Н·с/кг), который соответствует величине удельной тяги, развиваемой ракетным двигателем при сгорании 1 кг пороха.

П. представляют собой твёрдые смеси органич. и/или неорганич. соединений. Различают П. на основе индивидуальных соединений (нитроцеллюлозные бездымные П.) и смесевые П., состоящие из окислителя и горючего. Нитроцеллюлозные П. подразделяют на пироксилиновые П., баллиститы и кордиты. Основа всех нитроцеллюлозных П. – нитраты целлюлозы, пластифицированные разл. растворителями; бездымные П. содержат также небольшие количества разл. добавок – стабилизатор химич. стойкости (дифениламин), флегматизатор (камфора) и др. В состав пироксилиновых П. входит нитроцеллюлоза (91–96%) с содержанием азота св. 12,2% (пироксилин), а также легколетучий растворитель-пластификатор (чаще смеси этанола с диэтиловым эфиром). При изготовлении пироксилиновых П. после смешения компонентов и их пластификации полученную массу формируют в элементы, из которых затем в процессе просушивания удаляют растворитель. В состав баллиститов входит нитроцеллюлоза (50–60%) с содержанием азота 10,7–12,2% (коллоксилин). Баллиститы пластифицируют труднолетучим растворителем (обычно нитроглицерином или диэтиленгликольдинитратом), полностью остающимся в П. При изготовлении кордитов (основа – пироксилин) используют смешанный пластификатор (раствор нитроглицерина в летучем растворителе, напр. ацетоне). Нитроцеллюлозные П. применяют в ствольных системах, баллиститные П. – также как твёрдое ракетное топливо.

Смесевые П. – гетерогенные композиции, состоящие, как правило, на 70–80% из кристаллич. окислителя (обычно перхлората аммония) и на 10–20% из горючего полимерного связующего (синтетич. каучуки и смолы); содержат также порошкообразный алюминий, катализатор горения и отверждающие добавки. Изготовление смесевых П. включает тщательное смешение всех компонентов, заполнение полученной массой ракетного двигателя и отверждение заряда при нагревании. К смесевым П. относится дымный (чёрный) П.; содержит нитрат калия (70–80% по массе), уголь (10–20%), серу (8–10%). Дымный П. легко воспламеняется под действием искры и пламени, чувствителен к удару. Скорость горения запрессованных зарядов таких П. при атмосферном давлении 8–10 мм/с. Процесс изготовления дымного П. включает измельчение исходных компонентов, их смешение, уплотнение смеси, зернение, полирование и сортировку. Применяют дымный П. в патронах для охотничьих ружей, для изготовления огнепроводных шнуров, в воспламенителях к зарядам из нитроцеллюлозных П. Как твёрдые ракетные топлива смесевые П. обладают рядом преимуществ перед баллиститам: более высокой удельной тягой, меньшей зависимостью скорости горения от давления и темп-ры, большим диапазоном регулирования скорости горения при помощи разл. присадок, возможностью регулирования физико-механич. характеристик. Из смесевых П. изготавливают жёстко скреплённые со стенкой двигателя заряды, что существенно увеличивает коэф. наполнения твёрдым ракетным топливом двигательной установки.

Исторически раньше всех был применён дымный П., место и время изобретения которого точно не установлены. Наиболее вероятно, что П. был изобретён в Китае не позднее 9–11 вв. В Европе (в т. ч. в России) дымный П. известен с 13 в. До сер. 19 в. дымный П. оставался единственным взрывчатым веществом для горных работ, до кон. 19 в. – единственным метательным средством. В кон. 19 в., в связи с изобретением бездымных П., дымный П. потерял своё значение. Пироксилиновый П. впервые получен в 1884 во Франции П. Вьелем, кордитный – в кон. 19 в. в Великобритании, баллиститный – в 1887 А. [Нобелем](#) в Швеции. В России произ-во бездымного П. осуществлено в 1890–92 благодаря совместным работам Д. И. [Менделеева](#) с И. М. Чельцовым. Заряды из баллиститных П. для ракетных снарядов впервые разработаны в СССР в 1930-х гг. и широко применялись в Вел. Отеч. войну в гвардейских миномётах «Катюша» начиная с 14.7.1941. Смесевые П. нового состава и заряды из них для реактивных двигателей созданы во 2-й пол. 1940-х гг. сначала в США, затем и в др. странах.

Литература

Лит.: Горст А. Р. Пороха и взрывчатые вещества. 3-е изд. М., 1972; Физика взрыва / Под ред. Л. П. Орленко. 3-е изд. М., 2002. Т. 1.