

Гори, гори ясно...

Пороха для патронов к стрелковому оружию



Андрей Арутюнян, Вадим Чистюхин

Обязательным и в то же время наименее известным компонентом патрона является порох. Порох – источник энергии, обеспечивающий метание пули или снаряда, поэтому пороховой заряд, размещённый в гильзе, специалисты называют метательным зарядом. Для того, чтобы в дальнейшем легче было понять необходимость применения тех или иных марок порохов в различных патронах стрелкового оружия, рассмотрим, что собой представляет процесс выстрела, а также основные виды порохов.

Выстрел из огнестрельного оружия – чрезвычайно быстротекущий, сложный и в то же время управляемый процесс. Во время выстрела происходит превращение химической энергии пороха в тепловую (собственно горение пороха) и превращение тепловой энергии пороха в кинетическую энергию движения пули и подвижных частей оружия (процесс расширения продуктов горения, при этом один килограмм пороха при горении образует до 1000 литров пороховых газов).

На рисунке представлены кривые изменения давления пороховых газов и скорости пули по длине канала ствола оружия при выстреле. Из кривых видно, что изменение давления пороховых газов в стволе имеет экстремальный характер (имеет максимум), а скорость пули постоянно нарастает.

Процесс выстрела условно можно разделить на четыре периода.

Первый период – от начала горения порохового заряда до начала движения пули. В этот период после накальвания капсюля воспламеняется капсюльный состав, который, в свою очередь, воспламеняет метательный заряд. По мере горения пороха давление пороховых газов в стволе возрастает и пуля, преодолев силу инерции и усилие врезания в нарезку, начинает движение по каналу ствола. Давление пороховых газов, при котором пуля начинает движение, называется давлением форсирования (P_f).

Второй период – от начала движения пули до момента окончания горения пороха. Пока скорость пули невелика, а массовая скорость горения пороха высокая, объём пороховых газов, образующихся в процессе горения метательного заряда, увеличивается значительно быстрее, чем объём запульного пространства, поэтому давление пороховых газов быстро возрастает, достигая максимального значения (P_{max}). При этом рост давления пороховых газов обуславливает постоянное возрастание скорости движения пули. Вместе с тем выгорание пороховых элементов приводит к уменьшению их поверхности горения и соответственно к снижению массовой скорости горения. С увеличением скорости

пули объём образующихся пороховых газов возрастает медленнее, чем объём запульного пространства и давление пороховых газов начинает снижаться.

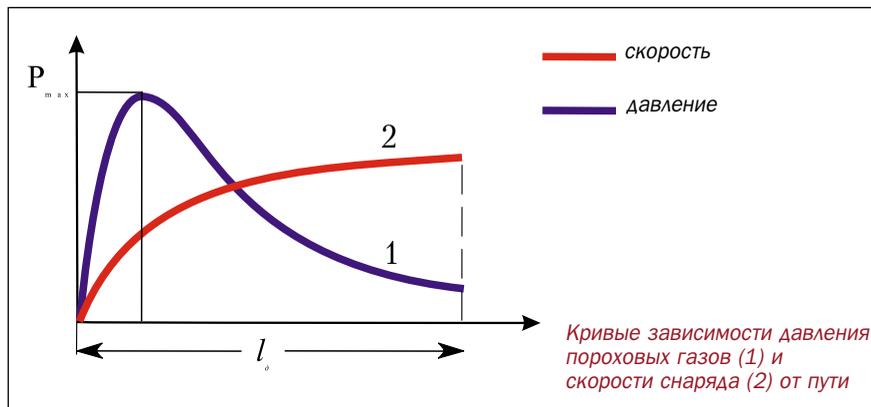
Третий период – процесс адиабатического расширения образовавшихся пороховых газов, в результате чего скорость пули продолжит нарастать.

Четвёртый период – период последнего действия пороховых газов на пулю. В это время пуля на некотором удалении от дульного среза ствола приобретает максимальную скорость.

Начальная скорость полёта пули и максимальное давление пороховых газов являются наиболее важными баллистическими характеристиками выстрела, определяющими его эффективность и безопасность. Указанные параметры выстрела зависят от многих факторов, например, от массы метательного заряда, массы пули, рецептуры и геометрических размеров пороховых элементов, начальной температуры заряда и т. д.

Энергетическую основу всех современных порохов, применяемых для снаряжения патронов к стрелковому оружию, составляют нитраты целлюлозы (НЦ), представляющие собой продукт нитрации древесной или хлопковой целлюлозы азотной кислотой. В зависимости от глубины нитрации НЦ подразделяются на пироксилины или коллоксилины. В порохах для стрелкового оружия используют, как правило, более высокоэнергетический компонент – пироксилин.

НЦ представляют собой волокнистую массу с чрезвычайно высокой скоростью горения, управлять которой практически невозможно. Поэтому в процессе производства порохов пироксилин пластифицируют растворителями и затем формируют пороховые элементы опре-



делённой формы и геометрических размеров. В случае использования инертных растворителей их затем удаляют сушкой, поэтому обязательным компонентом пороха является остаточный растворитель: этиловый спирт и эфир для порохов цилиндрической и пластинчатой формы; этилацетат – для порохов сферической формы. Содержание пироксилина в порохе составляет 90–98 %, а остаточного растворителя – до 0,6 %.

В процессе длительного хранения порохов нитраты целлюлозы разлагаются, что может привести даже к самовоспламенению пороха, поэтому для обеспечения химической стойкости и баллистической стабильности в состав пороха вводят стабилизатор химической стойкости – дифениламин в количестве 0,5–1,5 %. Этот компонент позволяет хранить порох в герметичной упаковке до 50 лет.

Неизбежным компонентом любого пороха является влага, содержание которой в зависимости от марки пороха составляет 0,5–1,5 %. Для устранения электризации, слипания зёрен, улучшения сыпучести, необходимой для обеспечения точного дозирования пороха в гильзы, поверхность пороха обрабатывается графитом (0,2–0,9 %).

И, наконец, для замедления скорости горения в поверхностные

слои некоторых марок порохов, в основном используемых в нарезном оружии, вводятся вещества, называемые флегматизаторами горения: камфара, дибутилфталат и др.

Пороха описанной рецептуры называются пироксилиновыми или одноосновными. Другой разновидностью порохов являются двухосновные пороха, в состав которых для увеличения энергетики вводится до 30 % нитроглицерина – высокоэнергетической добавки, которая одновременно является пластификатором НЦ. Для обеспечения химической стойкости двухосновные пороха дополнительно содержат централит (0,5 %).

Введение нитроглицерина повышает температуру горения пороха и, соответственно, температуру образующихся пороховых газов, что увеличивает степень их расширения и приводит к увеличению скорости полёта пули.

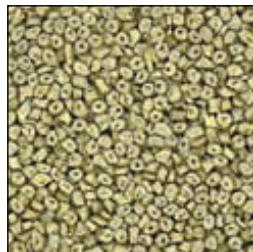
Несмотря на всё многообразие порохов для стрелкового оружия, а только в России их изготавливается более 60 марок, мы указали практически все компоненты, используемые для изготовления порохов как у нас, так и за рубежом.

В России и за рубежом выпускаются пороха самых разнообразных форм: цилиндр, цилиндр с каналом, диск, пластинка, сфера. Сле-

Внешний вид порохов серии «Сунар» (М 4:1)



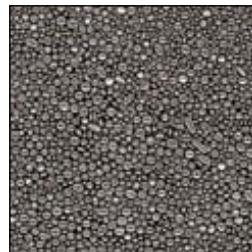
«Сунар»



«Сунар СВ»



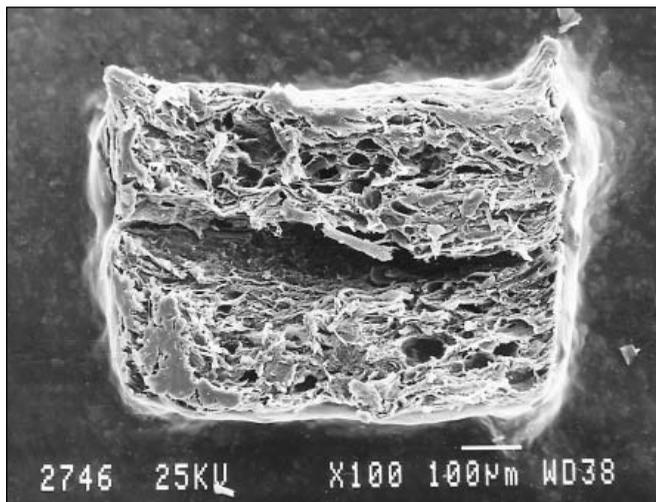
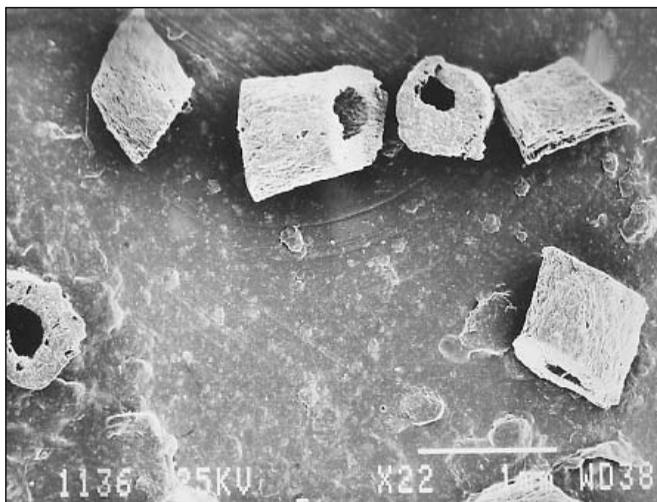
«Сунар С»



«Сунар Н»



«Сунар СФ»

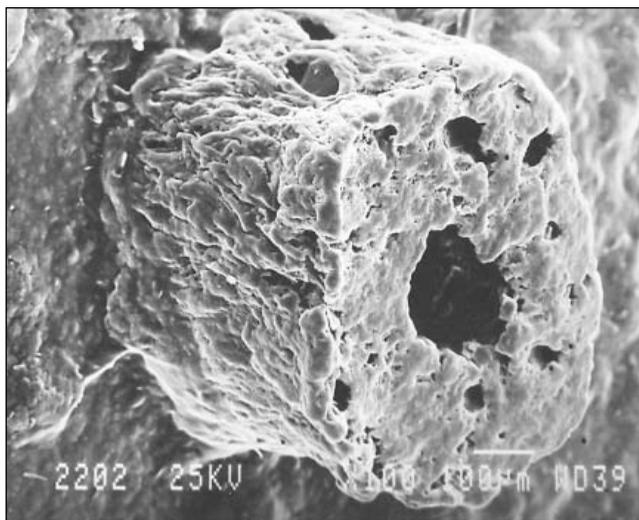


Порох «Сунар СВ». Справа разрез порохового зерна пороха «Сунар СВ»

дует заметить, что ни одна из форм пороховых элементов в составе патронов стрелкового оружия не обладает преимуществом, поэтому в разных странах различия в формах порохов связаны в основном со сложившимися традициями в технологии их изготовления. Следует отметить, что пороха в виде цилиндра с каналом и сферы, обладают большей вместимостью и поэтому используются для снаряжения винтовочных патронов, где для достижения высоких скоростей полёта пуль очень важно разместить максимальную массу заряда в минимальном объёме. В России пороха, изготовленные в виде цилиндра, цилиндра с каналом и пластинки, являются одноосновными, а пороха сферической формы могут быть как одно-, так и двухосновными.

Важной характеристикой порохов являются геометрические размеры пороховых элементов. Особенно это относится к толщине горящего свода, которая определяет время горения порохового заряда, а также скорость нарастания давления пороховых газов. Под толщиной горящего свода понимают половину толщины пластинки, диска, сферы или стенки порохового элемента и в литературе обычно обозначают e_1 . Чем меньше толщина горящего свода, тем быстрее сгорает порох в канале ствола. Аналогичное действие оказывает и плот-

ность пороха: чем меньше плотность пороха, т. е. чем больше в пороховом элементе микропустот, которые увеличивают поверхность горения пороха, тем выше скорость его горения. Варьируя этими параметрами (толщиной горящего свода и пористостью), независимо от



Порох «Сунар СВ». Хорошо видна пористая структура пороха и канал. Толщина горящего свода равна половине толщины стенки

рецептуры и формы пороха можно обеспечить требуемую скорость горения. Как в России, так и за рубежом существует множество порохов с одинаковой рецептурой, но с различными значениями плотности или толщины горящего свода. Поэтому определить марку пороха по внешнему виду весьма затруднительно даже специалисту.

Если рассматривать пороха для патронов к гладкоствольному оружию, то в мире их насчитывается более 200 марок. Прежде всего, это

связано с разнообразием патронов, существующих для этого вида оружия. Так, например, в России выпускаются следующие типы патронов 12-го калибра:

– спортивные, для стендовой стрельбы с 24 г (олимпийские упражнения);

– патроны для «спортивного» с 28 г дроби;

– охотничьи с навесками дроби 30–33 г, с 34–36 г и с 40–42 г;

– охотничьи «магнум» с длиной гильзы 76 и 89 мм и массой дроби 47–60 г;

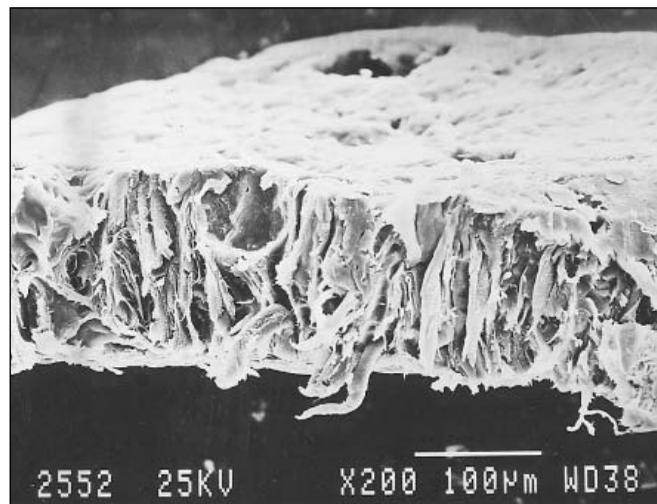
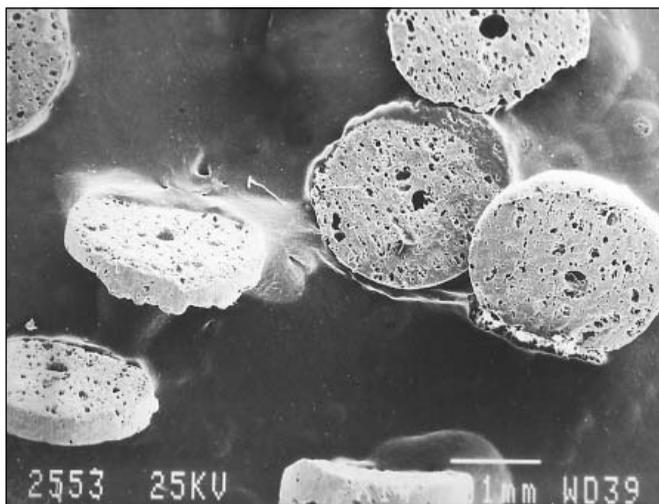
– охотничьи пулевые;

– нелетального действия (с резиновыми картечью и пулей);

– испытательные, для проверки ружей на прочность.

Кроме того, за рубежом выпускаются патроны со слезоточивым газом, а также специальные пулевые и дробовые патроны, предназначенные для оснащения спецподразделений войск и полиции.

В таблице представлены некоторые характеристики наиболее распространённых порохов для патронов к гладкоствольному оружию. Значения средних скоростей полёта дробового снаряда приведены на расстоянии 10 м от дульного среза ствола. При проведении приёмо-сдаточных испытаний с целью сравнительной оценки порохов спортивные патроны снаряжаются дробью № 7 или № 7,5, а охотни-



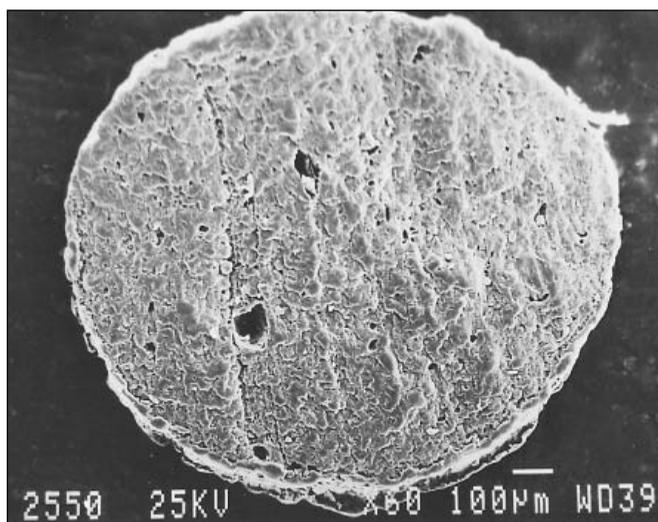
Порох Hi Scor 700-х (США). При большом увеличении хорошо видна структура порохового зерна

чи – дробью № 6. Если дробь будет крупнее, то скорость дробового снаряда, из-за меньших потерь, затраченных на преодоление сопротивления воздуха, будет выше. В литературе могут приводиться значения начальных скоростей, замеренные на дульном срезе или на расстоянии 0,5 м от дульного среза, которые, например, для дроби № 6 и 7 на 60–80 м/с больше, чем на расстоянии 10 м.

Выстрел из гладкоствольного оружия характеризуется низким, по сравнению с нарезным оружием, уровнем давления пороховых газов в патроннике (в зависимости от типа патрона и калибра оно может составлять 500–1000 кгс/см²). Поэтому в боеприпасах к гладкоствольному оружию необходимо использовать порох с высокой скоростью горения. Это обеспечит полное сгорание метательного заряда в канале ствола.

Пороха для патронов к гладкоствольному оружию условно можно разделить по скорости горения на группы: быстрогорящие, со средней скоростью горения и медленногорящие. Каждая группа порохов предназначена для использования в определённом типе патронов. Так, например, быстрогорящие пороха «Сунар СВС» и «Сунар СВ» применяются для снаряжения спортивных патронов для стендовой стрельбы и спортинга, в которых используются лёгкие дробовые снаряды массами 24

и 28 г. Высокая скорость горения порохов «Сунар СВ» и «Сунар СВС» достигается за счёт создания высокопористой структуры порохового зерна, а порох «Сунар СВС» содержит ещё и 20 % нитроглицерина, что также увеличивает скорость горения пороха.



Порох Hi Scor 700-х. Диск непористый. Требуемая скорость горения достигается за счёт минимальной толщины горящего свода 0,08 мм

Чем выше масса дробового снаряда, тем медленнее должен гореть порох, применяемый в этих патронах. Также и при переходе от 12-го калибра к 16, 20 и далее к калибру .410 скорость горения пороха, которым снаряжаются соответствующие патроны, должна снижаться.

Охотничьи пороха «Сунар», «Сунар СФ», «Сунар Н», предназначенные для снаряжения патронов 12-го калибра с массами дробового снаряда 32–36 г, относятся к порохам со средней скоростью го-

рения. Пороха «Сунар», «Сунар СФ» имеют классическую рецептуру, которая включает нитроцеллюлозу (энергетическая основа пороха), дифениламин (стабилизатор химической стойкости), графит, остаточные растворитель и воду. Требуемые характеристики пороха обеспечиваются оптимальным сочетанием геометрических размеров и пористости пороховых зёрен.

Пороха «Сунар» и «Сунар СФ» по комплексу характеристик (масса заряда, скорость дроби, давление пороховых газов в канале ствола) находятся на уровне зарубежных аналогов. По сравнению с популярным среди охотников порохом «Сокол» в патронах, снаряжённых порохами «Сунар» и «Сунар СФ», используется меньшая масса метательного заряда. При этом требуемая

скорость полёта дроби обеспечивается более полным сгоранием порохового заряда в канале ствола, что связано с большей скоростью горения порохов «Сунар» и «Сунар СФ». Однако для реализации своих преимуществ подобные пороха требуют качественной и плотной сборки патрона, в противном случае выстрел получается «слабым».

Самыми плотными из охотничьих порохов являются пороха «Сунар Н» или аналогичный ему «Су-

пер-барс» – двухосновные пороха с содержанием нитроглицерина 20 %. Их использование наиболее оправдано там, где нужно разместить заряд в малом объёме.

Кроме включённых в таблицу порохов «Сунар», «Сунар Сф» и «Сунар Н», также получил распространение порох «Салют», который по своим параметрам близок к пороху «Сунар».

Пороха «Сунар–Магнум» и «Сунар 410» появились на российском рынке сравнительно недавно. Порох «Сунар–Магнум» используется в патронах 12, 16 и 20-го калибров с увеличенными массами дробового снаряда, а порох «Сунар 410» для снаряжения патронов .410-го калибра. Как мы уже говорили, при переходе к высокому массам дробового снаряда или к меньшим калибрам необходимо использовать медленногорящие пороха. Замедление скорости горения порохов достигается введением в порох инертных веществ – флегматизаторов. Флегматизатор замедляет скорость горения поверхностных слоёв порохового зерна и тем самым позволяет регулировать газоприток пороховых газов в начальный момент выстрела. В качестве флегматизатора в порохах «Сунар–Магнум» и «Сунар 410» используется камфара.

Порохом «Сунар–Магнум» сна-

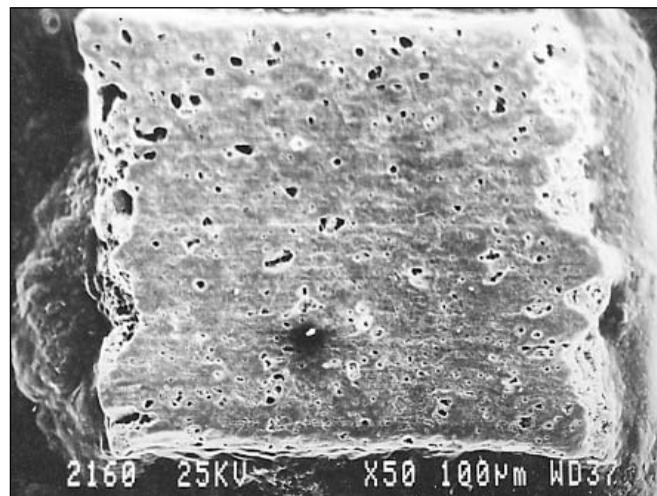
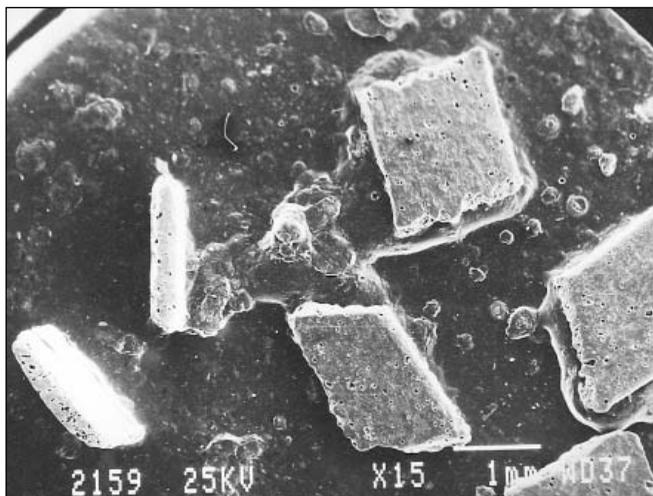
ряжаются патроны, которые за рубежом называют «мини–магнум» или «средний магнум», занимающие промежуточное положение между обычными охотничьими патронами и патронами «магнум». Использование пороха «Сунар–Магнум» в патроне 12-го калибра с длиной гильзы 70 мм позволяет увеличить массу дробы до 40–42 г при сохранении уровня давления пороховых газов характерного для обычных охотничьих ружей. Естественно, отдача при выстреле такими патронами несколько выше и стрельба ими – удел любителей «тяжёлого» выстрела. По-нашему мнению, порохом «Сунар–Магнум» наиболее целесообразно снаряжать патроны 16 и 20-го калибров с массой дробы, увеличенной приблизительно на 10 %. Это позволит увеличить эффективность выстрела. Кроме того, порох «Сунар–Магнум» используется для снаряжения пулевых патронов 12, 16 и 20-го калибров, скорость пули которых, по сравнению с патронами, снаряжёнными порохами «Сунар» и «Сокол», увеличена на 10–15 %.

Порох «Сунар 410» – самый медленногорящий среди охотничьих порохов для патронов к гладкоствольному оружию. По скорости горения он приближается к порохам для винтовочных патронов,

но тем не менее его использование в них недопустимо.

Несмотря на небольшую толщину пластинки, порох «Сокол» имеет скорость горения ниже, чем пороха «Сунар» и «Сунар СФ», что связано с его низкой пористостью. Поэтому в охотничьих патронах 12-го калибра порох «Сокол» из-за неполного сгорания обеспечивает требуемые характеристики при большой массе заряда – более 2 г, что приводит к высокому уровню отдачи и звука при выстреле. А вот в патронах 16 и 20-го калибров, где уровень давления пороховых газов выше, он горит с большей скоростью и сгорает гораздо полнее. С этой точки зрения использование пороха «Сокол» предпочтительнее в патронах именно 16 и 20-го калибров.

Если сравнивать отечественные пороха с иностранными, то их рецептуры практически одинаковы. Разница заключается в том, что за рубежом большее распространение получили пороха в форме пластинок и дисков, а в России в виде цилиндра с каналом и сферы, но, как показывают исследования, на качестве порохов это не сказывается. Недостатком отечественных порохов является широкий диапазон рецептурных и баллистических характеристик, заложенных в одной марке пороха. Например, для па-



Французский порох, производства фирмы SNPI. Справа пористая пластина пороха при 50-кратном увеличении

тронов 12-го калибра порох «Сунар» выпускается со средней массой метательного заряда 1,9 г. Однако отдельные партии порохов могут иметь массу заряда как 1,7 г, так и 2,0 г. С порохом, имеющим небольшую массу метательного заряда, весьма проблематично собрать качественные патроны 16 и 20-го калибра, а при стрельбе патронами 12-го калибра из самоза-

рядных ружей в отдельных случаях из-за малого количества пороховых газов наблюдаются сбои в работе автоматики. В то же время стрельба такими патронами характеризуется меньшим уровнем звукового давления, отдачей и пламенностью. Порох с массой заряда ~ 2 г является более универсальным.

В настоящее время проводится

работа по оптимизации номенклатуры порохов. В результате количество марок порохов должно увеличиться, но при этом потребитель будет иметь более точное представление о применимости приобретенного пороха.

В следующей статье мы расскажем о порохам, используемых для снаряжения патронов к нарезному оружию.

Характеристики порохов отечественного производства

Назначение	Спортивные			Охотничьи					
	Марка пороха	Сунар СВС	Сунар СВ	Сунар	Сунар СФ	Сунар Н	Сокол*	Сунар-Магнум	Сунар-410
Показатели									
Форма	сфера	Цилиндр с каналом		сфера		пластинка	Цилиндр с каналом		
Рецептура	двухосновный	одноосновные			двухосновный		одноосновные		
Геометрические размеры, мм:									
Толщина горящего свода	0,21-0,31	0,18-0,25	0,18-0,25	-	0,18-0,26	0,12-0,15	0,18-0,28		0,15-0,25
Диаметр канала	-	0,10-0,20	0,10-0,20	-	-	-	0,10-0,20		0,12-0,18
Длина	-	0,50-0,80	0,50-1,10	-	-	1,41-1,43	0,70-1,00		0,70-1,00
Диаметр наружный	0,34-0,40			0,45-0,75	0,35-0,55	-			
Насыпная плотность, кг/дм ³	0,50-0,65	0,44-0,50	0,55-0,75	0,65-0,80	0,70-1,00	0,50-0,60	0,55-0,75		0,65-0,90
Баллистические характеристики:									
калибр	12	12	12	16	20	12	16	20	410
масса дроби	24	28	32-35 (35*)	28-30 (30*)	23-25 (25*)	40-42	30-33	25-28	18
масса заряда, г. не более	1,15-1,35	1,60	2,0 (2,3*)	1,8 (2,1*)	1,6 (21,8*)	2,40	2,10	1,80	0,85-1,05
Максимальное давление пороховых газов, МПа									
- среднее, не более	70	63	63	68	73	65	70	75	90
- наибольшее, не более	80	68	68	73	78	70	75	80	100
средняя скорость пули, м/с, не менее	330	325	320	320	320	320	320	290	
разброс скорости в группе, м/с, не более	15	15	20	20	20	25	25	25	25