

## ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 623.4:623.52

Нелаев В.П., Ляшев Ю.И.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОБНЫХ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ МЕТАТЕЛЬНЫХ ЗАРЯДОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ПО N&L-ТЕХНОЛОГИИ, В ЗАВОДСКИХ УСЛОВИЯХ

**Введение.** Потенциал промышленного пороходелия в развитых странах мира является результатом длительного и напряженного творческого поиска, вложения несметных материальных и трудовых ресурсов, многочисленных проб и трагических ошибок, выпавших на долю многих поколений. Поэтому он воспринимается там не только как существенный элемент системы безопасности страны, но и как предмет национальной гордости и особых забот.

В орудийной практике доминируют пироксилиновые пороха. Их номенклатура весьма широка и призвана обеспечить все калибры – от пистолетных до корабельных.

Последние 25–30 лет специалисты озадачены проблемой необходимости значительного увеличения баллистической эффективности ствольных огнестрельных орудий. Как показывает анализ [1], одним из реальных путей достижения данной цели является внесение изменений в конструкцию метательного порохового заряда.

Парадокс состоит в том, что модернизация метательных пороховых зарядов на нынешнем этапе сдерживается жесткой привязкой потенциальных проектов к существующей номенклатуре порохов и консервативным восприятием установленных рецептурно-технологических норм производства – «святая святых» пороходелия. Однако, теперь уже очевидно, что решение проблемы невозможно без преодоления традиционных установок, – нужны новые пороха и новые технологические приемы их производства.

Вот яркий пример.

Известно, что сила пороха тем выше, чем больше содержание азота в пироксилине, из которого изготовлен порох.

Известно также и то, что с ростом содержания азота в нитроцеллюлозе ухудшается ее растворимость в спиртово-эфирной среде [3], а вместе с ней и технологичность изготовления пороха. Например, при содержании азота в пироксилине более 13.0% смесь спирта и эфира практически не может растворить нитроклетчатку. Таким образом, повышение кинетической энергии снаряда посредством получения пироксилиновых порохов с содержанием азота 13.0% и выше в рамках традиционных рецептурно-технологических установок является проблематичным.

**Особенности N&L-технологии.** Возникает вопрос, – нельзя ли изготовить порох из пироксилина с высоким содержанием азота без растворения нитроклетчатки в смеси спирта и эфира, например, путем сухого прессования? Оказалось, – можно.

Способ изготовления элементов метательного заряда для ствольного огнестрельного оружия непосредственно из непластифицированной нитроцеллюлозы авторы [4, 5] назвали N&L-технологией.

Вот как этот порох выглядит:



Рисунок 1 – Примеры пороховых элементов для охотничьего ружья 12 калибра и ПМ (9-мм), изготовленных по N&L-технологии

Как видно (рис. 1), пороховые элементы внешне похожи на брикеты овальной формы или таблетки, что послужило поводом для некоторых обозревателей назвать эти элементы таблеточным порохом. По-видимому, логично было бы назвать их N&L-порохом. Однако название не меняет специфиче-

скої суті цих порохових елементів, состоящей в том, что они открывают путь к созданию новых метательных зарядов широкого энергетического спектра, способных заметно повысить баллистическую эффективность различных ствольных систем.

Применять этот порох, как сказано в [1], следует путем частичной или полной замены штатного метательного заряда набором соответствующих таблеток. Даже одна таблетка может существенно сближить кривые  $P(\lambda)$  и  $P_N(\lambda)$  при соблюдении условия

$$P(\lambda) \leq P_N(\lambda), \quad 0 \leq \lambda \leq 1,$$

и это послужит заметному повышению баллистической эффективности системы.

Следует подчеркнуть, что N&L-технология предложена авторами не взамен традиционных технологий пороходелия, а в дополнение к ним на случай, когда, например, содержание азота в нитроклетчатке близко к 13 % или превышает это значение. Иными словами, N&L-технология рассматривается как расширение арсенала имеющихся средств и способов получения новых порохов и метательных зарядов.

Среди критериев оценки любого производства основными являются ресурсоемкость, безопасность и экологичность. Ресурсоемкость в случае выпуска одинаковой продукции в значительной мере определяется числом технологических операций, которые следует выполнить для изготовления единицы продукции. Это особенно актуально для так называемых опасных производств, к которым относится и производство пироксилинового пороха. Чем более опасно производство, тем выше его ресурсозатратность и тем дороже обходится единица продукции.

Как следует из [3,4], основными операциями N&L-технологии являются:

1. Удаление избытка влаги;
2. Измельчение;
3. Сушка;
4. Изготовление зарядов путем прессования;
5. Сушка;
6. Укупорка;
7. Физико-химические и баллистические испытания.

Дополнительными операциями могут быть введение добавок после измельчения и упрочнение поверхности зарядов после прессования.

Известно [5, 6], что традиционное производство пироксилиновых порохов состоит из следующих операций:

Таблица 1 – Типичные перечни технологических операций при производстве пироксилиновых порохов

№ п/п	Для винтовок	Для пушек
1	Обезвоживание пироксилина	Обезвоживание пироксилина
2	Смешение пироксилина с растворителем	Смешение пироксилина с растворителем
3	Прессование	Прессование
4	Предварительное провяливание	Предварительное провяливание
5	Резка	Резка
6	Второе провяливание	Второе провяливание
7	Сортировка (классификация)	Сортировка (классификация)
8	Вымочка	Вымочка
9	Сушка	Сушка
10	Флегматизация	Составление малых партий
11	Графитовка	Составление общих партий
12	Сортировка	Укупорка
13	Вторая сушка	Физико-химические и баллистические испытания
14	Смешивание малых и общих партий	
15	Укупорка	
16	Физико-химические и баллистические испытания	

Сокращение числа операций при использовании N&L-технологии очевидно. Предварительные оценки показывают удешевление производства на 20–40 %. Главное – в цикле N&L-технологии отсутствует надобность в широком использовании токсичных и легковоспламеняющихся растворителей-пластификаторов.

**Баллистическое опробование N&L-пороха.** Сравнительные испытания «таблеток» N&L-пороха и зарядов из обычных порохов проведено при нормальной температуре в заводских условиях по штатным методикам применительно к охотничьему ружью 12 калибра и пистолету Макарова (ПМ) калибра 9-мм. Для изготовления «таблеток» использован пироксилин, содержащий 12,8 % азота. Опытные патроны снаряжены по принципу полного замещения обычного метательного заряда одной «таблеткой» N&L-пороха (рис. 2). «Таблетки» не подвергались манометрическому анализу, поскольку задача подгонки заряда в контексте работы [1] не ставилась, интересной была баллистическая состоятельность табличных зарядов в принципе.

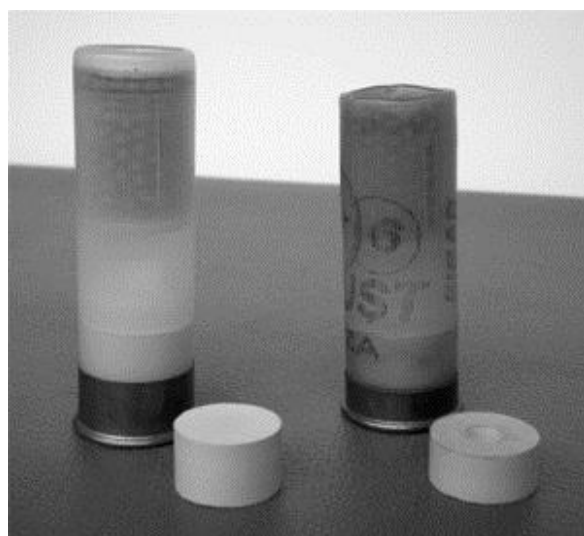


Рисунок 2 – Примеры снаряжения опытных патронов для гладкоствольного охотничьего ружья 12 калибра

Произведено 10 параллельных выстрелов с образцовыми патронами (Серия 1) и по 10 параллельных выстрелов с патронами, снаряженными «таблетками» двух модификаций (Серии 2 и 3).

Таблица 2 – Обобщенные результаты испытаний патронов 12 калибра

Показатели для 10 параллельных выстрелов	Образцовые патроны		Опытные патроны			
	Серия 1		Серия 2		Серия 3	
	$P_m$ , кГ/см <sup>2</sup>	$v_{10}$ , м/с	$P_m$ , кГ/см <sup>2</sup>	$v_{10}$ , м/с	$P_m$ , кГ/см <sup>2</sup>	$v_{10}$ , м/с
Средние значения	498	320	523	341	701	343
Поправка дня	–	–	+44	+9	+44	+9
Итоговый результат	<b>498</b>	<b>320</b>	<b>567</b>	<b>350</b>	<b>745</b>	<b>352</b>
Максимальные значения	533	329	669	356	822	358
Минимальные значения	455	316	510	342	633	343
Разность	78	13	159	14	189	15

Как видно из таблицы 2, в случае гладкоствольного ружья путем простой замены обычного пороха «Сокол» одной «таблеткой» N&L-пороха удалось повысить скорость дробового снаряда на 10%, сохранив остальные показатели выстрела в норме.

При стрельбе из ПМ (9-мм) в опытные патроны вместо штатного пороха П-125 помещалась одна «таблетка» N&L-пороха. Все процедуры снаряжения и испытания выполнялись по штатным заводским методикам. Как и в случае с гладкоствольным ружьем, стрельба произведена тремя сериями по 10 выстрелов каждая.

Таблица 3 – Обобщенные результаты испытаний патронов ПМ (9-мм)

Показатели для 10 параллельных выстрелов	Образцовые патроны		Опытные патроны			
	Серия 1		Серия 2		Серия 3	
	$P_m$ , кГ/см <sup>2</sup>	$v_{10}$ , м/с	$P_m$ , кГ/см <sup>2</sup>	$v_{10}$ , м/с	$P_m$ , кГ/см <sup>2</sup>	$v_{10}$ , м/с
Средние значения	944	305	1166	356	1147	355
Поправка дня	–	–	+86	+5	+86	+5
<b>Итоговый результат</b>	<b>944</b>	<b>305</b>	<b>1252</b>	<b>361</b>	<b>1233</b>	<b>360</b>
Максимальные значения	975	312	1339	371	1301	368
Минимальные значения	918	301	1132	345	1141	347
Разность	57	11	207	26	160	21

Для использованной партии образцовых патронов ПМ установлены следующие нормативы:

- среднее значение максимального давления 1030 кГ/см<sup>2</sup>;
- среднее значение скорости пули 310 м/с;
- разность по максимальному давлению не более 450 кГ/см<sup>2</sup>;
- разность по скорости пули не более 30 м/с.

Известно, что для пистолета Макарова значение  $P_m$  должно быть не выше предельного, равного 1400 кГ/см<sup>2</sup>.

Из таблицы 3 следует, что «таблетка» позволила в случае нарезного ствола на примере ПМ повысить, по сравнению со штатным порохом П-125, значение скорости пули почти на 20 %. При этом такие характеристики выстрела как максимальное давление пороховых газов в стволе и воспроизводимость дульной скорости остались в рамках требований заводского чертежа.

О характере горения N&L-зарядов можно судить по Рис.3, на котором показаны частично сгоревшие N&L-заряды при последовательном изменении момента прерывания их горения в стволе ружья.



Рисунок 3 – Характер постепенного сгорания N&L-заряда

Как видно, таблетка в процессе горения не разваливается на фрагменты и показывает способность гореть параллельными слоями практически до самого конца. Рельеф рисунка со временем исчезает.

**Выводы.** Результаты пробных испытаний в заводских условиях на примере гладкоствольного охотничьего ружья 12 калибра и пистолета Макарова с нарезным стволом калибра 9-мм показывают баллистическое превосходство N&L-зарядов над традиционными зарядами – скорость метания снарядов значительно выше, а уровни давлений и разбросов в пределах допустимых установленными нормами значений.

Высокое содержание азота в пироксилине не является помехой для изготовления N&L-пороха.

При производстве N&L-пороха существенно сокращается число технологических операций, в результате чего следует ожидать снижения ресурсоемкости производства метательных зарядов. В част-

ности, исключается фаза пластификации нитроцеллюлозы – становятся ненужными мощные материальные потоки токсичных и легковоспламеняющихся растворителей и пластификаторов, без которых произвести обычные пороха невозможно, и использование которых делает традиционное производство пороха сложным, дорогим и опасным.

Открывается принципиальная возможность организовать массовое промышленное производство элементов метательного заряда по новому принципу, а именно – по принципу производства различных таблеток из порошков, как это делается, например, на фармацевтических предприятиях, что приближает производственный процесс к автоматизированным безлюдным технологиям на модульной основе.

### Литература

1. Нелаев В.П. Метод выявления и практической реализации баллистического резерва ствольных систем огнестрельного метания в контексте проблемы ресурсосбережения. / Ж-л „Інтегровані технології та енергозбереження”. – №3. – 2010.

2. Серебряков М.Е. Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет. М.: Оборонгиз, 1962. – 703 с.

3. Патент Российской Федерации на изобретение №2221763 МПК С06В 21/00 25/18 45/02 С06D 5/00 Способ изготовления непластифицированной нитроцеллюлозной основы консолидированного заряда и консолидированный метательный заряд на такой основе / Нелаев В.П., Легайда Г.А. Опубл. 20.01.2004 Бюл. № 2.

4. Патент України на винахід №74558 МПК(2006) С06В 25/00 С06В 21/00 С06В 45/00 Спосіб виготовлення нітроцелюлозної основи консолидованих зарядів і консолидований металевий заряд на такій основі / Нелаєв В.П., Легайда Г. А. Опубл. 16.01.2006. Бюл. № 1.

5. Горст А.Г. Пороха и взрывчатые вещества. М.: «Машиностроение». – 1972. – 208 с.

6. Марьин В.К., Зеленский В.П., Орлов Б.М. и др. Пороха, твердые топлива и взрывчатые вещества. М.: МО СССР, 1975. 466 с.

УДК 623.4:623.52

Нелаєв В.П., Ляшев Ю.І.

### **РЕЗУЛЬТАТИ ПРОБНИХ БАЛІСТИЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ МЕТАЛЬНИХ ЗАРЯДІВ, ВИГОТОВЛЕНИХ ПО N&L-ТЕХНОЛОГІИ, У ЗАВОДСЬКИХ УМОВАХ**

Результати пробних випробувань в заводських умовах на прикладі гладкоствольної мисливської рушниці 12 калібру і пістолета Макарова з нарізним стволом калібру 9-мм показують балістичну перевагу N&L-зарядов над традиційними зарядами – швидкість метання снарядів значно вище, а рівні тиску і розкидів в межах допустимих встановленими нормами значень.

При виробництві N&L-пороха істотно скорочується число технологічних операцій, внаслідок чого слід чекати зниження ресурсоемкості виробництва металевих зарядів. Зокрема, виключається фаза пластифікації нітроцелюлози – стають непотрібними великі матеріальні потоки токсичних і легкозаймих розчинників і пластифікаторів, без яких произвести звичайні порохи неможливо, і використання яких робить традиційне виробництво пороху складним, дорогим і небезпечним.

Nelayev Victor P., Lyashev Yuriy I.

### **RESULTS OF TRIAL BALLISTIC TESTS OF THE PROPELLANT CHARGES MADE ACCORDING TO THE N&L-TECHNOLOGY, IN FACTORIES TERMS**

Results of trial tests in factories terms on the example of a 12-caliber-shotgun and Makarov's pistol (9-mm) show ballistic superiority N&L-charges above traditional charges: muzzle velocity is considerably higher, and levels of pressures and variations are within the limits of values legitimated by the set norms.

At production of N&L-powder the number of technological operations grows short substantially; as a result the resource-consumption of propellant charges production declines. In particular, the phase of plasticization of nitrocellulose is eliminated. Powerful material streams of toxic and flammable solvents and plasticizers without which to make ordinary gunpowder is impossible, and the use of which does traditional production of gunpowder difficult, dear and dangerous, become unnecessary.