

Бирюков И.Ю.

**ПОРОХОВЫЕ ЗАРЯДЫ ДЛИТЕЛЬНЫХ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ:
ПРОБЛЕМЫ, ЗАДАЧИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

В настоящее время танки переживают переломный момент своего развития. Происходит переоценка их роли и места в общей системе вооружения. С одной стороны существующие в стране экономические трудности серьезно ограничивают возможности отечественного танкостроения, а с другой стороны проходит реконструкция ВС, направленная на модернизацию имеющихся вооружений, техники и сокращение личного состава.

Для любого государства необходимы эффективные силы общего назначения, способные остановить агрессию, разгромить вторгшегося противника, уничтожив его жизненно важные объекты и овладев территорией. В сухопутном компоненте этих сил независимо от масштабов формирований бронетанковое вооружение составляет основу боевых возможностей. Видимо, следует говорить уже не о танковых войсках, а именно о мощном бронетанковом компоненте в составе любых формирований сил общего назначения. Если раньше танки называли главной и маневренной ударной силой Сухопутных войск, то на сегодня они – основа боевой мощи формирований сил общего назначения, эффективное средство прорыва подготовленной обороны, успеха в оперативном масштабе, построения устойчивой динамичной обороны. Естественно, такая роль и такое место танков, бронетанкового вооружения подтверждают их необходимость.

Главная особенность танков заключается в рациональном сочетании огневой мощи, защищенности и подвижности, что дает им принципиально новые возможности, как в свое время соединение серы селитры и древесного угля привело к созданию дымного пороха. В этом смысле танки нельзя заменить другими средствами борьбы. Без танков невозможны активные действия на суше, без них нельзя обеспечить надежную оборону. Танки – это оружие ближнего (контактного) боя, и их главное достоинство заключается в эффективной огневой мощи.

Основным танком Сухопутных войск Украины является модернизированный Т-64, на вооружении которого имеется 125 мм. танковая пушка Д-81 с установленным боекомплектом. Для ее стрельбы применяются выстрелы раздельного заряжания с различными снарядами: бронебойно-подкалиберными, кумулятивными и осколочно-фугасными.

Для метания этих снарядов применяются единые боевые пороховые заряды 4Ж40 в гильзах со сгорающими корпусами и стальными поддонами, а также дополнительные заряды на бронебойных подкалиберных снарядах.

Однако современное состояние арсенала выстрелов для танковой пушки Д-81 на Украине характеризуется длительными, существенно превышающими 10 лет, сроками их эксплуатации и отсутствием производства артиллерийских боеприпасов, выстрелов раздельного заряжания для Д-81, а это привело к тому, что в настоящее время в эксплуатации находятся боеприпасы, время эксплуатации которых достигает 25-30 лет и более.

Метательные заряды к этим выстрелам составлены из высокоазотистых трубчатого и семиканального порохов, а также воспламенительного заряда дымного винто-

вочного пороха. Как известно [1,2,3], пирокселиновые пороха, в том числе высокоазотистые, применяемые в зарядах раздельного заряжания 4Ж-40 для пушки Д-81, с течением времени изменяют свои свойства, что выражается в снижении энергетических характеристик, повышении скорости горения, вплоть до приобретения бризантных свойств, при этом существенно снижается живучесть ствольного комплекса и возникает опасность, как для материальной части, так и для экипажа. В свою очередь это ведет к повышению максимального давления в канале ствола, изменению начальной скорости снаряда, а эти факторы оказывают влияние на баллистические характеристики орудия, что приводит к повышенному расходу боеприпасов при решении огневых задач.

Хранение порохов сопровождается массопереносом летучих компонентов и азота, что в свою очередь приводит к уменьшению плотности пороха. Поскольку уносимые компоненты являются горючими составляющими, то уменьшается и теплотворная способность пороха, то есть его энергетическая ценность снижается. Это приводит к снижению полезной работы пороховых газов и, как следствие, начальной V_0 (или дульной V_d) скорости снаряда.

Повышение максимального давления обусловлено возрастанием скорости горения пороха U_1 , что обусловлено следующим. В процессе хранения из-за массопереноса компонентов и механического образования микротрещин поверхность пороховых элементов развивается. Поскольку скорость горения и газообразования прямо пропорциональны площади поверхности пороха, то ее рост приводит и к возрастанию скорости горения. А это приводит к повышению максимального давления P_{max} .

Из экспериментов известно, что при больших сроках хранения пороха могут приобретать бризантные свойства, что соответствует качественному скачку роста скорости горения, когда горение переходит во взрыв. Как видно, для различных сроков хранения зарядов с повышением максимального давления в канале ствола начальная скорость снаряда уменьшается. Снижение начальной скорости, в свою очередь, влияет на дальность и точность стрельбы и кинетические характеристики снаряда, а повышение максимального давления, вызванное повышением скорости горения порохов длительных сроков хранения, повышает износ ствола, снижает запас прочности элементов ствольной системы, что в совокупности уменьшает ее эксплуатационный ресурс.

На основе экспериментальных данных впервые установлено [10], что для пороховых зарядов длительного времени эксплуатации повышение максимального давления приводит к снижению начальной скорости снаряда. Качественно это представлено на рис. 1.

Сложность прогнозирования перечисленных изменений характеристик связана с отсутствием методов, которые позволяют решать такого рода задачи на периоды свыше 10 лет. Кроме того, существующие методы прогнозирования изменения свойств порохов основаны на данных о температурах хранения боеприпасов для рассматриваемого временного интервала, что, учитывая различные условия хранения, не может дать обобщенной картины состояния выстрелов.

Для зарядов типа 4Ж-40, применяемых для танковой пушки, процесс изменения свойств усугубляется рядом конструктивных особенностей, к которым следует отнести:

- негерметичность укупорки заряда в связи с наличием отверстий в прокладке досылателя для воспламенения дополнительного порохового заряда в снаряде;
- гигроскопичность сгорающей части гильзы, что является источником доступа влаги к пороховому заряду;

– применение в качестве дополнительного воспламенительного заряда винтовочного дымного пороха, который после увлажнения, как известно, не восстанавливает своих свойств;

– хранение заряда с ГУВ, который при ревизиях боеприпасов в арсеналах выворачивается для освидетельствования с периодичностью 1 раз в несколько лет, что является источником проникновения свежей порции воздуха к пороховому заряду;

– неудовлетворительная конструкция пенала для заряда, поскольку не обеспечивает герметичности хранения, особенно под воздействием широкого диапазона перепада температур, а также ограниченного срока (не более 10 лет) эксплуатации резиновых герметизирующих прокладок.

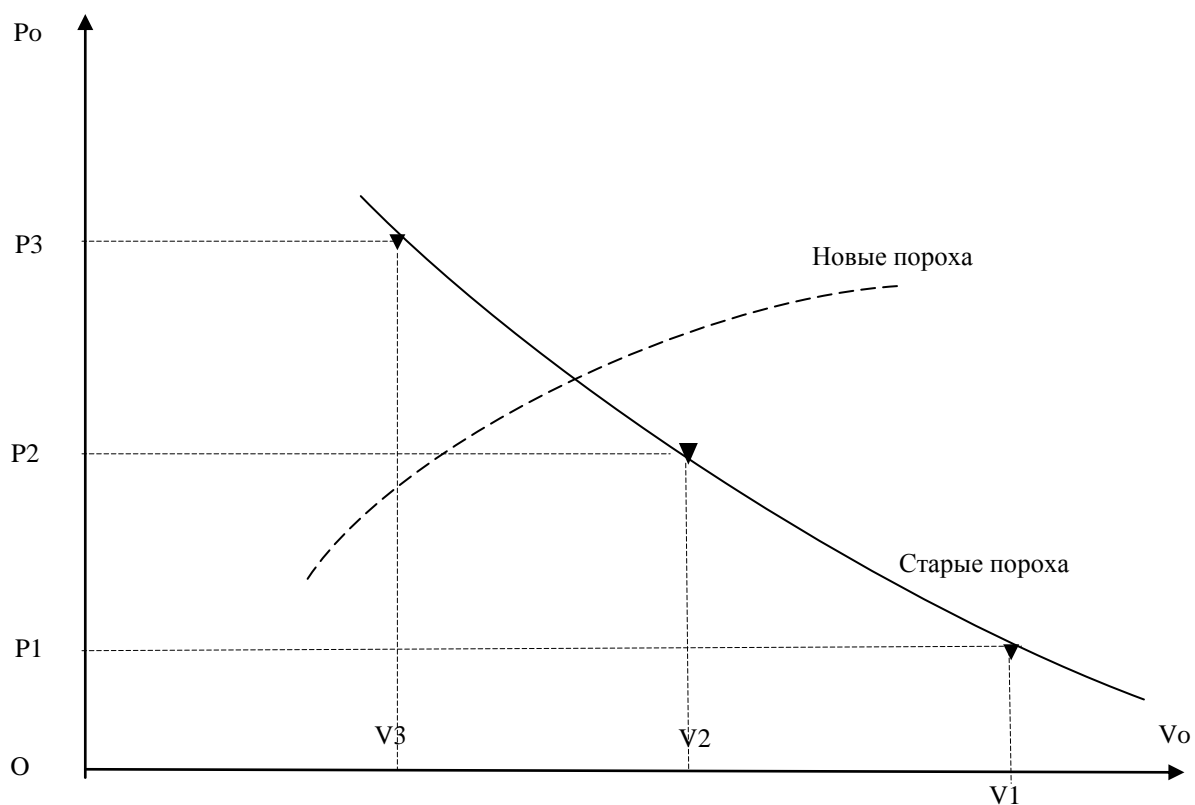


Рисунок 1

Поэтому возникла задача оценки характеристик зарядов к выстрелам раздельного заряжания с целью разработки мероприятий, обеспечивающих их безопасную эксплуатацию, применение и доведение баллистических характеристик выстрела до показателей, определяемых нормативными документами.

Для решения поставленной задачи было проведено комплексное теоретическое и экспериментальное исследование, которое включало следующие основные этапы:

– обзор и анализ методов прогнозирования и экспериментальных исследований характеристик пороховых зарядов пироксилиновых высокоазотистых порохов в процессе эксплуатации содержащих их зарядов;

– обследование состояния зарядов произвольной выборки из партии различных годов выпуска;

– проведение стрельб с использованием зарядов выбранной серии для определения максимального давления в канале ствола и начальной скорости полета бронебойно-подкалиберного снаряда;

– прогнозирование энергетических характеристик порохового заряда на основе решения обратной задачи внутренней баллистики с применением экспериментальных данных о максимальном давлении в канале ствола и начальной скорости снаряда.

На основе обзора и анализа работ по определению состояния порохов были выделены простые методы, позволяющие ответить на принципиальный вопрос – об изменении свойств порохового заряда. К таким признакам относятся изменения плотности пороха – основного показателя – а следовательно, и массы заряда; изменение цвета пороховых элементов, состояние их поверхности, хрупкость; скорость горения на открытом воздухе.

Результаты этих исследований показали, что плотность пороха снизилась, порох изменил цвет до темно-коричневого, что является признаком его разложения (рис. 2.)



Рисунок 2

Полученные данные привели к выводу о том, что пороховые заряды подверглись разложению. Однако, применёнными методами установить этап разложения и спрогнозировать баллистические характеристики выстрела не представлялось возможным. Поэтому были проведены стрельбы с целью определения максимального давления в канале ствола и начальной скорости бронебойно-подкалиберного снаряда для дальнейшего использования этих данных при решении обратной задачи внутренней баллистики.

Давление в стволе при выстреле определяли с помощью крэшеров, начальную скорость снаряда измеряли с помощью специальных рамок.

Решение обратной задачи внутренней баллистики показало, что сила пороха снизилась. При этом интересен тот факт, что не смотря на повышение P_{max} , согласно эксперименту, начальная скорость снаряда снизилась [10], что, по-видимому, обусловлено уменьшением равномерности профиля давления по длине канала ствола и тем, что в бронебойно-подкалиберном снаряде диаметр обтюрирующих поясков больше диаметра канала ствола, т.е. закон изменения давления в канале ствола не соответствует закону трения.

Следует также особо отметить, что экспериментальные значения (крэшерные) максимального давления в канале ствола превышают нормативное значение. Учитывая то, что давление на днище канала ствола соотносится с максимальным, как $P_{дн} > P_{max}$, то и давление на клин затвора также возрастает, что уменьшает его запас прочности, а следовательно и живучесть (рис. 3).

В результате проведенного исследования можно заключить:

1. Применяемые пеналы не полностью обеспечивают полную герметизацию зарядов, что может быть связано с изменением свойств уплотнительных узлов от времени (старение), образование зазоров в результате деформаций под воздействием температур и неквалифицированным обслуживанием в арсеналах.

2. Уменьшение плотности пороха и, как следствие, массы заряда, относительно регламентированных значений свидетельствует об истощении пороха летучими компонентами и азотом, что пропорционально должно привести к снижению силы пороха.

3. Изменение цвета элементов пороховых зарядов до темно-коричневого является визуальным признаком его разложения; стадия этого разложения может быть оценена путем количественного и качественного химического анализа.

4. Наличие признаков разложения, которые обнаружены, могут приводить к выводу о возможном повышении максимального давления в канале ствола P_{\max} , что в свою очередь может приводить к снижению ресурса ствольного комплекса в целом и изменению начальной скорости снаряда. В результате проведенного исследования установлено неудовлетворительное состояние порохов в зарядах танковых выстрелов раздельного заряжения, что влечет за собой повышение максимального давления в стволе и изменение начальной скорости снаряда.

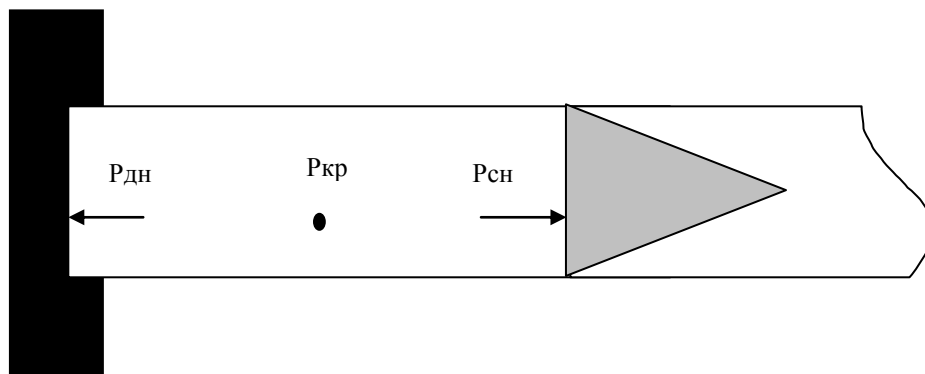
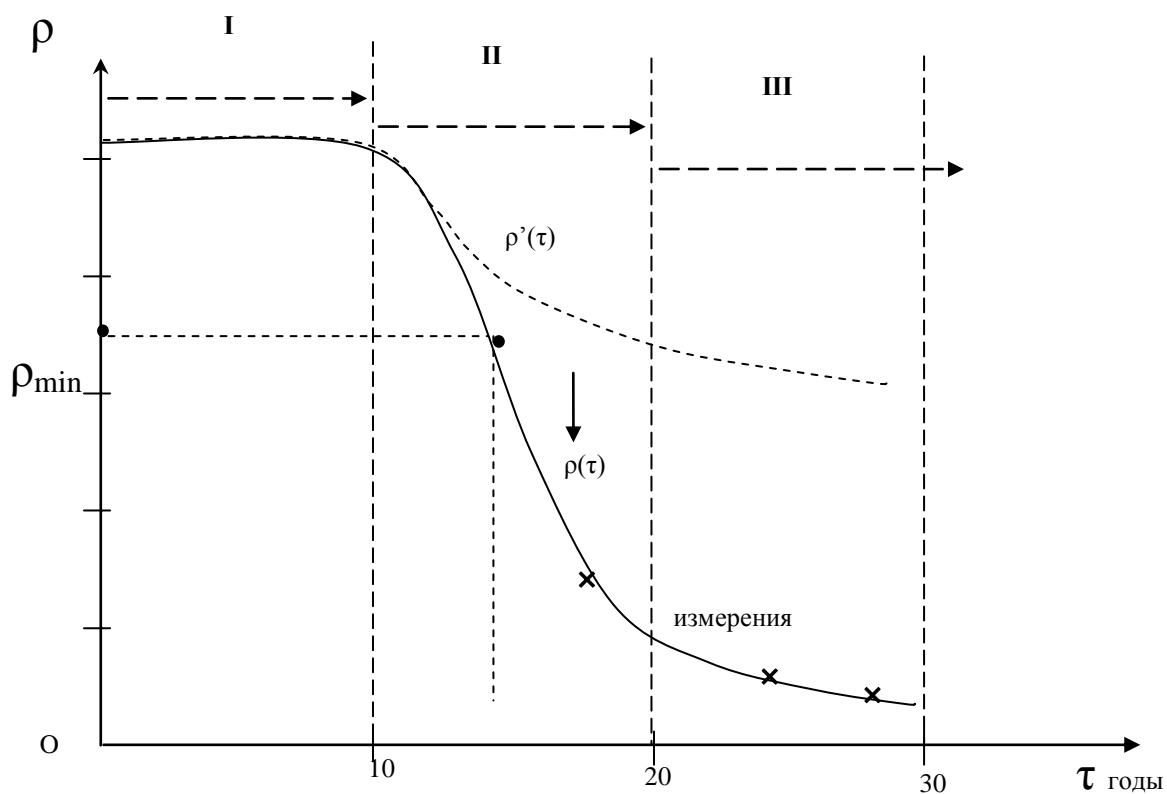


Рисунок 3

В итоге проведенного исследования баллистических характеристик, можно выделить три периода эксплуатации боеприпасов (рис.4.):



Допустимый срок эксплуатации

Рисунок 4

- I – гарантийный срок хранения порохов;
- II – изменение физико-химических свойств порохов, зависящее от температуры окружающей среды;
- III – полная деградация порохов.

Следует подчеркнуть, что вопросы, связанные с влиянием повышения максимального давления и снижения начальной скорости на характеристики внешней баллистики и износ ствольной системы требуют самостоятельных дальнейших исследований.

Литература

1. Будников М.А. и др. Взрывчатые вещества и пороха. Гос. издат. оборонной пром. –М., 1955.
2. Шагов Ю.В. Взрывчатые вещества и пороха. Воениздат. –М., 1976.
3. Горст А.Г. Пороха и взрывчатые вещества. –М.: Машиностроение, 1972.
4. Андреев К.К. Термическое разложение и горение взрывчатых веществ. – М., Наука. – 1966.
5. Серебряков М.Е. Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет. – М., Оборонгиз. – 1962.
6. Анипко О.Б., Бирюков И.Ю. Методы термодинамики, тепло-и массопереноса для решения обратной задачи внутренней баллистики. // Інтегровані технології та енергозбереження. Харків. НТУ „ХПИ”. 2005. №2.
7. Буллер М.Ф., Межевич Г.В. Методы испытания утилизируемых порохов. Шостка. Изд. "ДИА" – 2005.
8. Янг Я. Кинетика разложения твердых веществ. – М., Мир. – 1969.
9. Зельдович Я.Б., Лейпунский О.И., Лаврович В.Б. Теория нестационарного горения пороха. – М., Наука. – 1975.
10. Анипко О.Б., Бирюков И.Ю. Модель массопереноса при хранении пороховых зарядов с учетом изменения температуры окружающей среды. // Математичні і інструментальні методи в технічних системах. Збірник наукових праць. Харків. ХУПС. 2006. №2.
11. Анипко О.Б., Бирюков И.Ю. Зависимость начальной скорости снаряда от максимального давления в канале ствола при выстреле зарядами длительного срока хранения // Вестник НТУ „ХПИ”. Харків. 2006. №2.

Бірюков І.Ю.

ПОРОХОВІ ЗАРЯДИ ТРИВАЛИХ ТЕРМІНІВ ЗБЕРІГАННЯ: ПРОБЛЕМИ, ЗАДАЧІ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

У статті розглянуто проблеми безпечного використання порохових зарядів тривалих термінів зберігання.