

МИНОБРНАУКИ РФ
Российский фонд фундаментальных исследований
Национальный исследовательский Томский государственный университет
НИИ прикладной математики и механики Томского государственного университета
Физико-технический факультет
Совет молодых учёных ТГУ

**V Международная молодежная научная конференция
«Актуальные проблемы современной механики
сплошных сред и небесной механики»
25–27 ноября 2015 г., Томск**

**Vth International Youth Scientific Conference
«Currently issues of
continuum mechanics and celestial mechanics – 2015»,
25–27 November, 2015**



Томск-2015

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСА КАНАЛА СТВОЛА ЛАБОРАТОРНОЙ БАЛЛИСТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ THE RESEARCH OF THE WEAR OF THE BARREL OF THE BALLISTIC LABORATORY INSTALLATION

А.С. Дьячковский, Н.М. Саморокова, А.Д. Сидоров

Diachkovsky A.S, Samorokova N.M, Sidorov A.D.

Научно-исследовательский институт прикладной математики и механики
Research Institute of Applied Mathematics and Mechanics of Tomsk State University
alex_sid92@mail.ru

Каждый артиллерийский ствол в процессе стрельбы постепенно изнашивается и перестает удовлетворять тактико-техническим требованиям [1]. Поэтому к стволам артиллерийского оружия предъявляются следующие требования: прочность, живучесть, жёсткость, износостойкость, коррозионная и эрозионная стойкость. В связи с этим к материалам для изготовления стволов также предъявляются определённые требования: высокие значения прочности, пластичности, вязкости, износостойкости, жаропрочности, коррозионной и эрозионной стойкости.

Изучать процессы износа актуально в лабораторных условиях. Особую актуальность проблема износа канала ствола приобретает при переходе на новые нетрадиционные схемы артиллерийского выстрела с использованием новых топлив.

Разделим причины износа канала ствола на две группы [2]: воздействие снаряда (метаемой сборки) и воздействие газа на внутреннюю поверхность ствола. Все явления в той или иной мере были обнаружены на установках НИИ ПММ ТГУ:

Воздействие снаряда (метаемой сборки):

- Трение ведущих устройств метаемыхборок о внутреннюю поверхность канала ствола, в том числе омеднение канала ствола медным ведущим пояском.

Воздействие газа (смесь продуктов сгорания заряда и присоединенного заряда (ПЗ), в том числе и несгоревшие частицы – К-фаза):

- Термическое воздействие – кратковременное воздействие раскаленных газов ($T_{\text{газ}}$ около 3000 К) на оружейную сталь ($T_{\text{плав}}$ около 1700 К). Внутренняя поверхность ствола оплавляется и становится пластичной.

- Механическое воздействие – газ имеет высокие давление (сотни МПа) и скорость, он «раздувает», «обдирает» и «вымывает» поверхность ствола). Чем выше скорость и давление газа, тем интенсивнее идет износ.

- Химическое воздействие – газ может как обогащать, так и обеднять поверхностный слой канала ствола углеродом. Это приводит к уменьшению пластичности и повышению хрупкости. Появляется вероятность возникновения трещин при растяжении ствола в момент метания.

В данной работе было рассмотрено изменение внутреннего диаметра (как одного из критериев износа) гладкоствольной баллистической установки от начала эксплуатации до выхода из строя. Было проведено 234 опыта различных схем заряжания, в том числе и нетрадиционных. Для определения изменения внутреннего диаметра канала ствола производились замеры диаметра с казенной стороны на расстоянии до 190 мм с помощью микрометрического нутрометра фирмы TESA IMICRO.

В ходе испытаний был спрогнозирован износ данной установки [3]. Предположения авторов не подтвердились, поскольку не был учтен диапазон максимальных давлений, а также не были рассмотрены разные схемы заряжания и типы используемых топлив.

Проведена систематизация полученных данных в зависимости от типа топлива, его температуры горения. Рассмотрено влияние способа воспламенения заряда - с помощью электро-капсюльной втулки (ЭКВ) и при помощи электро-термохимического воспламенения (ЭТХ). Результаты показали, что наличие высокотемпературной плазмы не вносит значительного вклада в изменение внутреннего диаметра канала ствола.

Были проведены расчеты внутрибаллистических параметров выстрела для экспериментов с ЭКВ воспламенением топлива с К-фазой и без нее. Для одного из экспериментов с использованием топлива без К-фазы был проведен расчет внутрибаллистических процессов в камере и стволе, показавший, что ПЗ загорается вне исследуемого участка ствола (674 мм от казенного среза). Это подтверждает то, что износ меньше, чем дискрета измерения. Аналогичный расчет был проведен для произвольного топлива, содержащего К-фазу в продуктах сгорания и имеющего большую температуру горения. Он показал, что топливо загорается на расстоянии 62 мм от казенного среза (внутри исследуемого диапазона канала ствола). Это объясняет наличие износа канала ствола.

Обработка данных, полученных при измерении внутреннего диаметра канала ствола показала, что топливо с содержанием К-фазы дает износ в среднем на 34 % больше, чем топливо без К-фазы в каждом из измеряемых сечениях на расстоянии 190 мм от казенного среза.

Литература

1. Орлов Б.В. Устройство и проектирование стволов артиллерийских орудий / Б.В. Орлов, Э.К. Ларман, В.Г. Маликов. М.: Машиностроение, 1976. 432 с.
2. Карюкин С. Подход к обеспечению живучести стволов артиллерийских орудий / С. Карюкин, О. Митрохин // Военная мысль. 2012. №1. С. 72–78.
3. Сидоров А.Д. Изучение износа гладкоствольной лабораторной баллистической установки / А.Д. Сидоров, К.С. Рогаев // Материалы XX Всероссийской научной конференции студентов-физиков и молодых ученых. Ижевск, 27 марта – 3 апреля 2014 г. Ижевск, 2014. С. 103–107.