

Королев В.А., Бочкарева О.В. Бесконтактный способ контроля износа канала ствола стрелкового оружия. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: Сб. статей XVII Междунар. научно-техн. конф. – Пенза: ПДЗ, 2017. – С. 185-191.

УДК 004

БЕСКОНТАКТНЫЙ СПОСОБ КОНТРОЛЯ ИЗНОСА КАНАЛА СТВОЛА СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ

В.А. Королев, О.В. Бочкарева

NO-TOUCH CONTROL WAY OF FRET CANAL IN WEAPON

V.A. Korolev, O.V. Bochkareva

Аннотация. Рассмотрен бесконтактный способ измерения износа канала ствола стрелкового оружия. В основу способа положено математико-цифровое представление перемещений фрагмента канала ствола после нанесения по нему калиброванного удара и проведение анализа соответствующей разницы значений гармоник рядов Фурье.

Ключевые слова: стрелковое оружие, износ канала ствола, способы контроля.

Abstract. Control way of fret canal in weapon is considered. In the bases of it there is math-digital presentation of fragment, canal stock moving after sized struck and realization of magnitude discrepancy in harmonic Fourier analyses.

Keywords: weapon, fret canal stock, control ways.

При выстреле из стрелкового оружия в результате высокого давления, температуры и большой скорости движения частиц газа, химического действия газов на металл ствола и трения между ведущими частями пули и поверхностью канала ствола ствол постепенно изнашивается и теряет свои баллистические свойства, что выражается в падении начальной скорости пули и в уменьшении меткости и кучности стрельбы оружия.

Для того чтобы учесть износ канала ствола при стрельбе из стрелкового оружия, нужно знать числовое значение измеренной заранее величины износа. В настоящее время известно несколько способов контроля износа канала ствола: с помощью калибров (измеряется износ казенной и дульной частей канала ствола), с помощью специального прибора контроля износа канала ствола (прибор Шадрина). В любом случае контроль износа канала по всей длине ствола калибром менее 8 мм контактным способом не производится.

Предлагаемый бесконтактный способ расчета износа канала ствола состоит в нанесении калиброванного удара по стволу и распознавании возникших при этом приращений перемещений маркера, помещенного снаружи на исследуемое сечение. Полученные ортогональные приращения перемещений исследуемого фрагмента канала ствола определяют гладкие функции, имеющие первую и вторую производные.

Значение силы калиброванного удара по стволу и выбор исследуемого фрагмента ствола дает возможность определять топологию износа по поверхности канала ствола.

Нанесение маркера с определенным шагом на поверхности канала ствола позволяет получать параметры колебаний, изменяющиеся незначительно и без разрывов. Появление выработанной части фрагмента ствола, например, увеличение диаметра, резко меняет набор гармоник ряда. Таким образом, после анализа состава и величины гармоник появляется возможность контроля границы пятна износа.

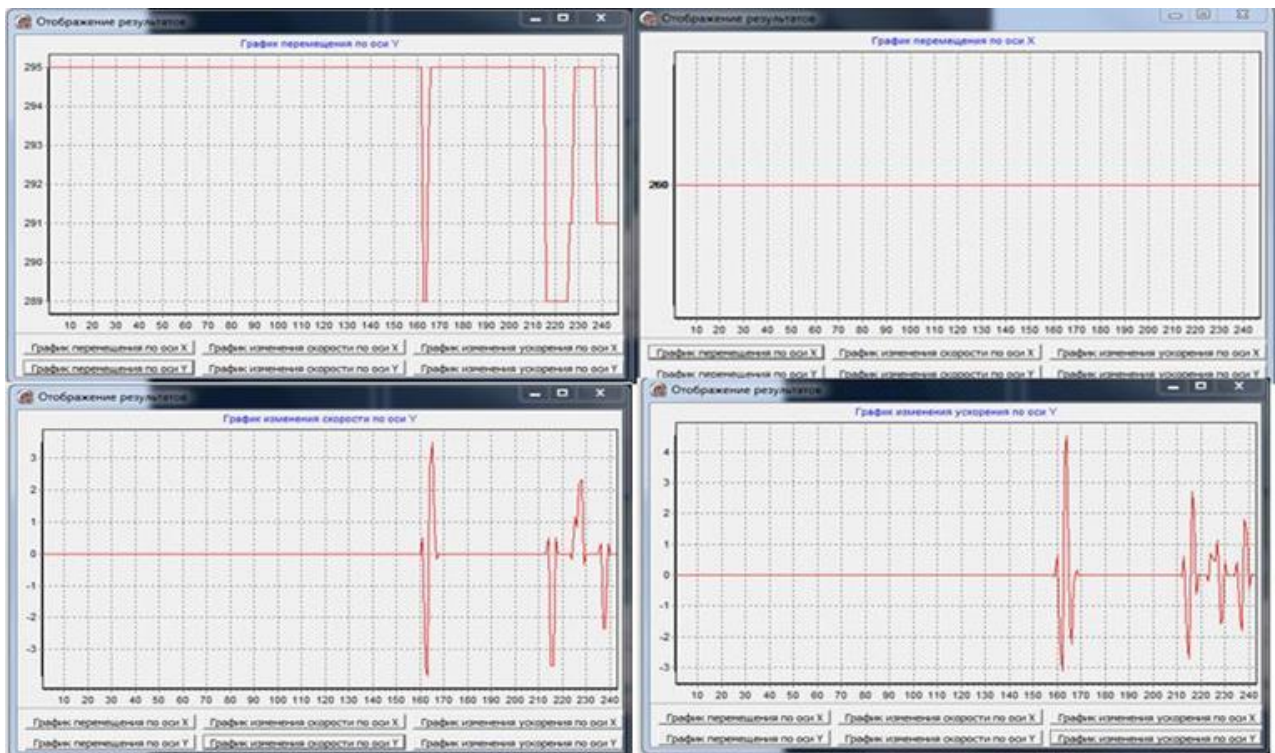


Рис. 3. Перемещения исследуемого фрагмента по осям X и Y

На рис. 3 направление оси X соответствует направлению движения пули по каналу ствола.

По оси Y представлены соответствующие возмущенным участкам табличных данных (рис. 2) графики перемещения, скорости и ускорения исследуемого фрагмента канала ствола.

По оси X, как следует из графика рис. 3, колебания отсутствуют, т.к. по этой оси ствол зажат – колебаний нет.

Величина нагрузок, время действия нагрузки за зоной упругости, скорости и ускорения фрагментов канала ствола определяют формирование разрушения и износа материала канала ствола. Однако все перечисленные характеристики оказывают влияние на износ только в том случае, если они превышают допустимые для материала ствола значения.

Установлено, что допускаемым напряжениям, характерным для материала канала ствола (1400 кг/см^2), соответствуют перемещения исследуемого фрагмента, равные 6.5 мкм . На графиках рисунков 4 и 5 проведена горизонтальная линия, соответствующая допускаемым напряжениям для углеродистой стали. Сравнивая напряжения в стенках ствола, полученные в процессе деформирования в динамике, можно дать оценку разрушениям фрагмента канала ствола.

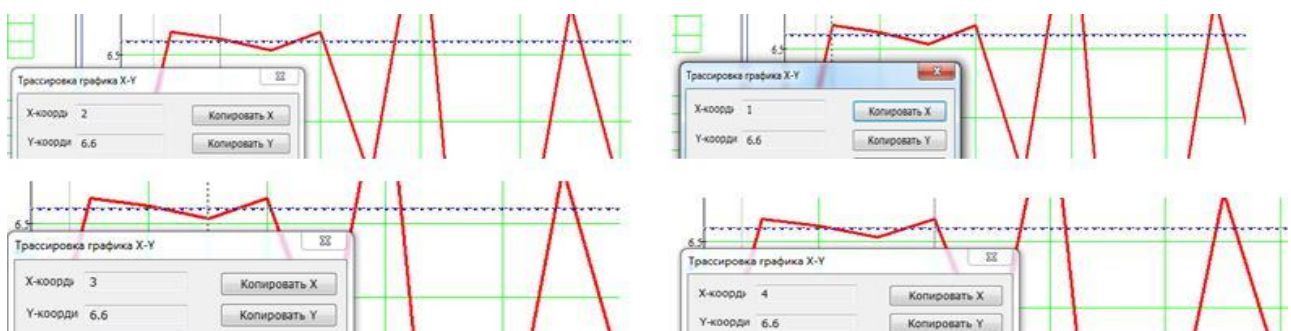


Рис. 4. Обозначение допускаемых перемещений

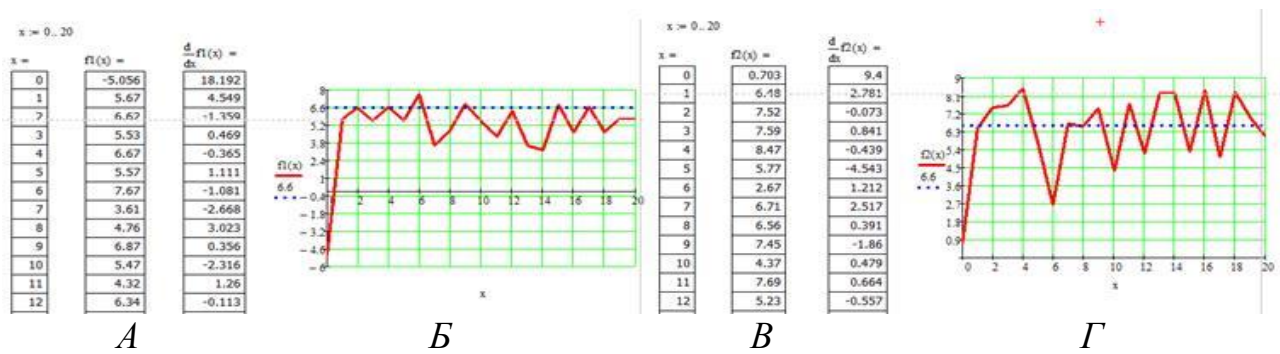


Рис. 5. Перемещения, скорости и ускорения:

A – приращение перемещений, скоростей, ускорений; Б – фактические перемещения возникающие при нагружении канала ствола относительно допускаемых напряжений

Сравнение амплитудно-частотной и амплитудно-фазовой характеристик сигнала [1-3] позволяет характеризовать износ исследуемого фрагмента канала ствола топологически, количественно и качественно (рис. 6).

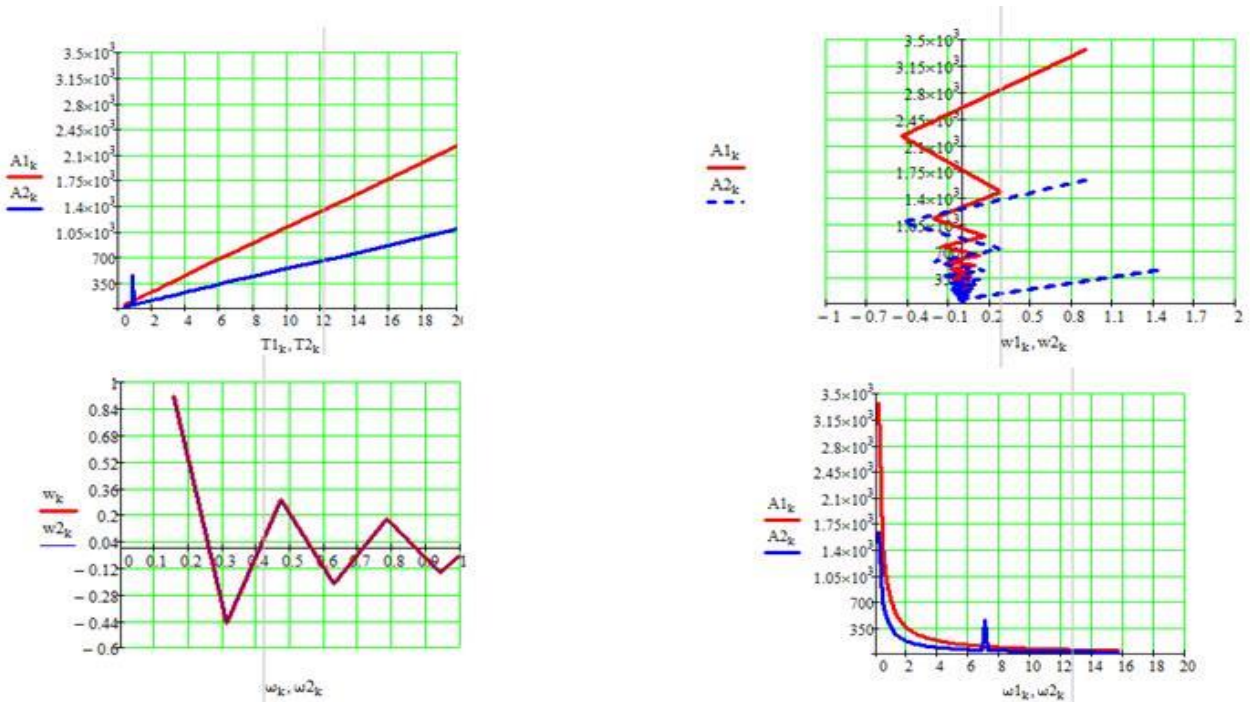


Рис. 6. Амплитудно-частотные и амплитудно-фазовые характеристики

Расчет амплитудно-частотной и амплитудно-фазовой характеристик колебаний ствола с учетом 100 гармоник представлен на рис. 7. Характеристика частоты колебаний в зависимости от номера гармоники показана на рис. 7А. Из рисунка видно, что гармоники с номерами 44 и 45 определяют пластические деформации, формирующие износ. В таблицах на рис. 7Б отмечены разности периодов, частот и фаз. При этом видно, что значения периодов и частот равны.

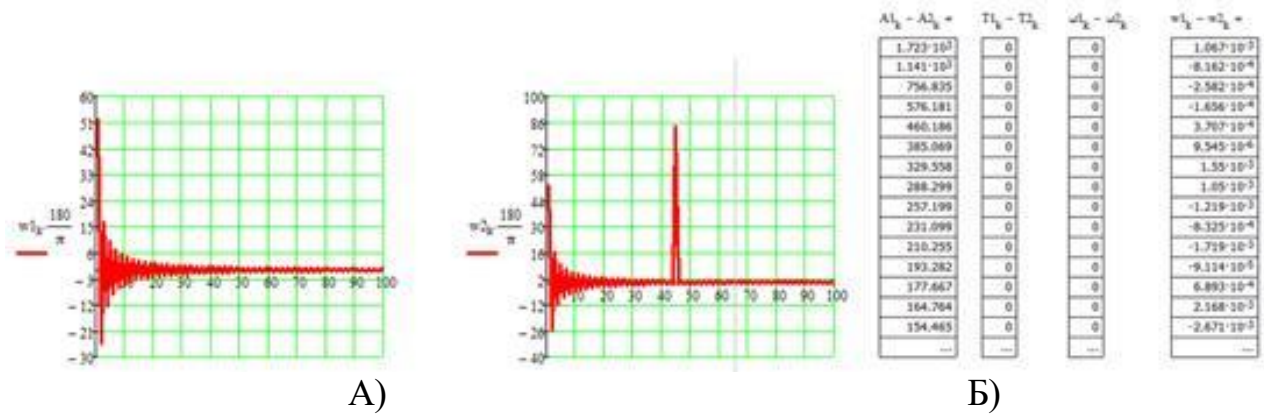


Рис. 7. Частоты в зависимости от номера гармоники

Исследовать поля равновесных состояний отклика колебаний границы области износа после ударного воздействия позволяет анализ особых точек фазового портрета [4]. Такие особые точки показаны на рис. 8. Они фиксируют границу начала и окончания пятна износа канала ствола.

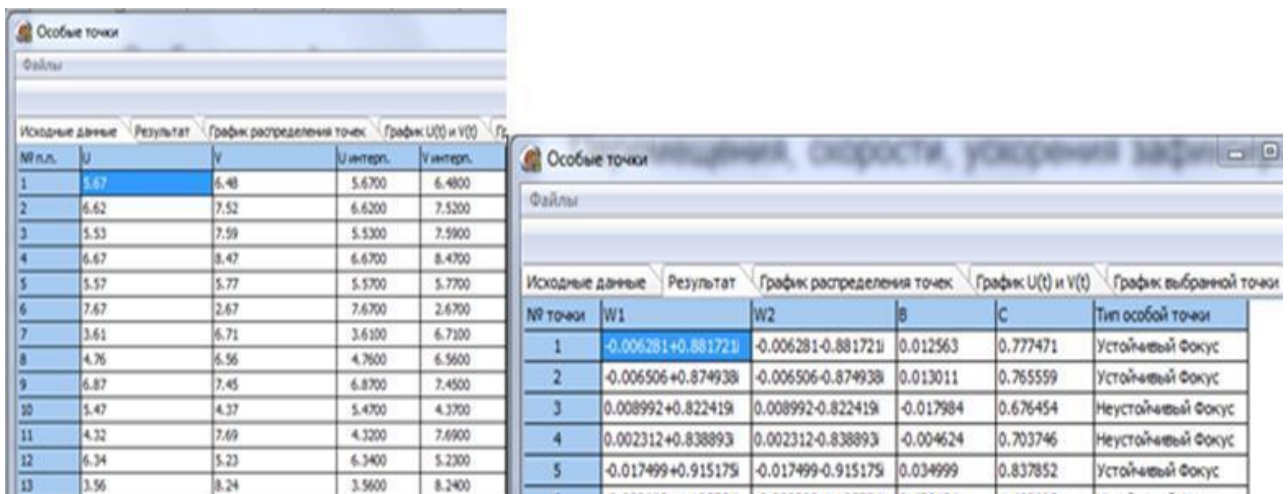


Рис. 8. Особые точки фазового портрета

Таким образом, для динамической оценки процессов износа канала ствола по всей его длине можно использовать предложенный способ бесконтактного контроля. Причем, как показал расчетный анализ, амплитудно-частотная характеристика колебаний исследуемого фрагмента имеет особенность, характеризующую наличие износа канала ствола, а амплитудно-фазовая характеристика имеет возможность идентификации даже незначительных различий износа исследуемого фрагмента.

Библиографический список

1. Будак Б.М., Фомин С.В. Кратные интегралы и ряды. М.: Наука, 1965. 607 с.
2. Романовский П.И. Ряды Фурье. Теория поля. Аналитические и специальные функции. Преобразование Лапласа. М.: Физматгиз, 1961. 303 с.
3. Эдвардс Р. Ряды Фурье в современном изложении. Том 1. М.: Мир, 1985. 260 с.
4. Казамаров А.А., Палатник А.М., Роднянский Л.О. Динамика двумерных систем автоматического регулирования. М.: Наука, 1967. 306 с.

Королев Владимир Анатольевич
Филиал ВА МТО,
г. Пенза, Россия
E-mail: korolev.vova@yandex.ru

Бочкарева Ольга Викторовна
Филиал ВА МТО,
г. Пенза, Россия
E-mail: olyboch@rambler.ru

Korolev V.A.
LLC Otkrytye resheniya,
Penza, Russia

Bochkareva O.V.
LLC Otkrytye resheniya,
Penza, Russia