



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2009102068/28, 22.01.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
22.01.2009

(43) Дата публикации заявки: 27.07.2010

(45) Опубликовано: 10.12.2010 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: SU 1322105 A1, 07.07.1987. SU 977978 A1,  
30.11.1982. SU 129861 A1, 01.01.1960. RU  
2153155 C2, 20.07.2000.

Адрес для переписки:

456770, Челябинская обл., г. Снежинск, ул.  
Васильева, 13, ФГУП "РФЯЦ-ВНИИТФ им.  
академ. Е.И. Забабахина", Отдел  
интеллектуальной собственности, Г.В.  
Бакалову

(72) Автор(ы):

Субботин Сергей Григорьевич (RU),  
Баранов Владимир Ефремович (RU),  
Комаров Валерий Иванович (RU),  
Мельникова Алла Юрьевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

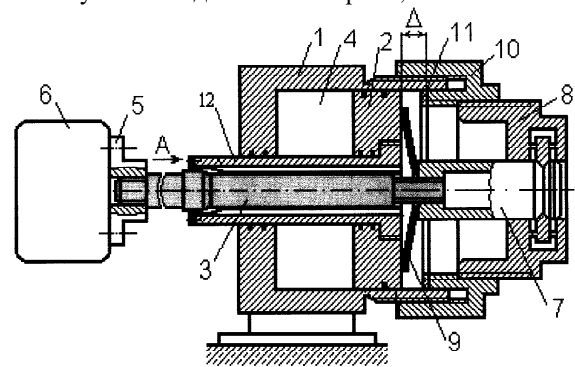
Федеральное государственное унитарное  
предприятие "РОССИЙСКИЙ  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР-  
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ТЕХНИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМЕНИ  
АКАДЕМИКА Е.И. ЗАБАБАХИНА"  
(ФГУП "РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И.  
Забабахина") (RU)

## (54) СТЕНД ДЛЯ УДАРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к испытательной технике, а именно к стендам для испытаний на комплексное воздействие механического удара и различных физических факторов, в частности к стендам для испытания изделий на воздействие ударных нагрузок. Устройство содержит цилиндрический корпус с установленным в нем поршнем, закрепленным на штоке, фиксатор поршня, упор, привод для разгона поршня, включающий источник высокого давления и пневматическую камеру, тормозное устройство и испытуемое изделие. Также устройство снабжено упорной втулкой, установленной на одном конце штока между поршнем и фиксатором и взаимодействующей с поршнем через пружину, на другом конце штока закреплено изделие, при этом упор установлен с возможностью взаимодействия с

поршнем, а пневматическая камера образована внутренними стенками корпуса и поршнем. Технический результат заключается в упрощении конструкции стенда и обеспечении более достоверного воспроизведения параметров натуральных ударных нагрузок испытуемого изделия. 3 з.п. ф-лы, 4 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
*G01M 7/08* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2009102068/28, 22.01.2009**

(24) Effective date for property rights:  
**22.01.2009**

(43) Application published: **27.07.2010**

(45) Date of publication: **10.12.2010 Bull. 34**

Mail address:  
**456770, Cheljabinskaja obl., g. Snezhinsk, ul. Vasil'eva, 13, FGUP "RFJaTs-VNIITF im. akadem. E.I. Zababakhina", Otdel intellektual'noj sobstvennosti, G.V. Bakalovu**

(72) Inventor(s):  
**Subbotin Sergej Grigor'evich (RU),  
Baranov Vladimir Efremovich (RU),  
Komarov Valerij Ivanovich (RU),  
Mel'nikova Alla Jur'evna (RU)**

(73) Proprietor(s):  
**Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe predpriyatie "ROSSIJSKIJ FEDERAL'NYJ JaDERNYJ TsENTR-VSEROSSIJSKIJ NAUChNO-ISSLEDOVATEL'SKIJ INSTITUT TEKhNICHESKOJ FIZIKI IMENI AKADEMIKA E.I. ZABABAKhINA" (FGUP "RFJaTs-VNIITF im. akadem. E.I. Zababakhina") (RU)**

**(54) IMPACT TEST STAND**

(57) Abstract:

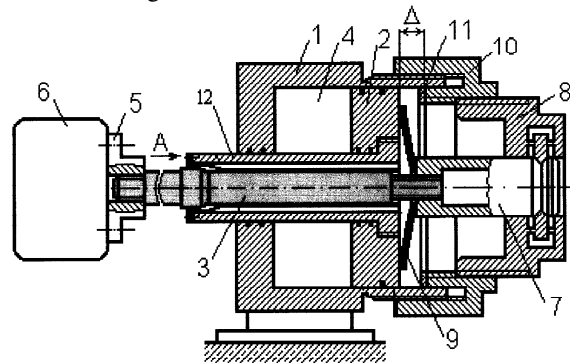
FIELD: physics.

SUBSTANCE: device has a cylindrical housing in which there is piston mounted on a rod, a piston fixing device, a support, a drive for accelerating the piston, having a high pressure source and a pneumatic chamber, a braking device and the test article. The device is also fitted with a thrust bushing mounted on one end of the rod between the piston and the fixing device and interacts with the piston through a spring. The article is attached to the other end of the rod. The support can interact with the piston and the pneumatic chamber is formed by inner walls of the housing and the piston.

EFFECT: simple design of the stand and more

accurate reproduction of parametres of natural impact loads of the test article.

4 cl, 4 dwg



Фиг. 1

RU 2 4 0 6 0 7 4 C 2

RU 2 4 0 6 0 7 4 C 2

Изобретение относится к испытательной технике, а именно к стендам для испытаний на комплексное воздействие механического удара и различных физических факторов, в частности к стендам для испытания изделий на воздействие ударных нагрузок.

5 Известно устройство для ударных испытаний, содержащее цилиндрический корпус с установленным в нем поршнем, фиксатор поршня, привод для разгона поршня, включающий источник высокого давления, тормозное устройство и испытуемое изделие. Испытуемое изделие крепится на поршне, фиксатор поршня выполнен в виде  
10 держателя с регулируемым усилием срабатывания. Устройство включает также средства формирования ударного импульса, представляющие собой выполненную в цилиндрическом корпусе по всей его длине систему отверстий, в части которых установлены заглушки, а в других - дроссели (а.с. СССР №977978, МПК G01M 7/00, 1981 г.).

15 Несмотря на то, что устройство имеет простую конструкцию и позволяет воспроизводить различные ударные импульсы, оно не может быть использовано в условиях испытаний изделий на комплексное воздействие механического удара и различных физических факторов (например, воздействие электромагнитного или  
20 радиоактивного излучений). В таких испытаниях доступ к объекту испытаний внешнего воздействующего фактора должен быть максимально свободным от искажений испытательным оборудованием. Этому требованию данное устройство не удовлетворяет, так как объект испытаний находится внутри устройства.

25 Кроме того, перед испытаниями для перенастройки устройства, осуществляемой простым путем перестановки заглушек и дросселей в отверстиях ствола устройства, должны проводиться достаточно сложные газодинамические расчеты на ЭВМ, не исключаящие эксперименты по отработке каждого режима нагружения  
30 испытываемого изделия. Это приводит к увеличению количества экспериментов, неточности настройки устройства и увеличению затрат.

Наиболее близким аналогом заявляемого изобретения, выбранным в качестве прототипа, является стенд для ударных испытаний, содержащий цилиндрический корпус с установленным в нем поршнем, закрепленным на штоке, фиксатор поршня, упор, привод для разгона поршня, включающий источник высокого давления и  
35 пневматическую камеру, тормозное устройство и испытуемое изделие. Стенд содержит дополнительный поршень, испытуемое изделие закреплено на поршне, который связан с упором посредством штока. Тормозное устройство выполнено в виде крешерного устройства, включающего закрепленную на штоке с помощью опоры  
40 втулку из пластичного материала и кольцевой резец, закрепленный на корпусе (а.с. СССР №1322105, МПК G01M 7/00, 1985 г.).

В этом устройстве объект испытаний может быть вынесен за пределы стенда для удобства его размещения в зоне формирователя физического фактора. Это является важным преимуществом данного стенда по сравнению с вышерассмотренным  
45 устройством.

Данный стенд воспроизводит ударные импульсы, близкие к трапецеидальной форме с крутым передним фронтом, медленно спадающим уровнем максимальной силы, и его основной особенностью является воспроизведение с повышенной точностью  
50 ударных импульсов с крутым задним фронтом.

Очевидно, что резкий сброс ударной нагрузки на стенде в момент присоединения дополнительного поршня к основному приводит к большим динамическим реакциям узлов испытываемого изделия после нагружения, но это является следствием

поставленной цели (формирование крутого заднего фронта импульса).

При этом стенд существенно искажает импульс ударного нагружения испытуемого изделия наложенными высокочастотными колебаниями. Это происходит при резком освобождении «растянутого» штока при размыкании фиксатора и при ударном  
5 присоединении дополнительного поршня к основному.

В большинстве натуральных случаев ударных нагружений при соударении и внедрении в жесткие среды, действию давления ударной волны и т.п. задний фронт импульса является пологим. Поэтому выше рассмотренный стенд, являющийся наиболее  
10 близким аналогом, нельзя использовать при испытаниях изделий на такие импульсы. Кроме того, стенд достаточно сложно настраивается для получения заданного ударного импульса. Предварительно дополнительный поршень должен устанавливаться на расчетном расстоянии от внутреннего торца основного поршня, а имеющийся в стенде упор - на другом расчетном расстоянии от дополнительного  
15 поршня.

Применение тормозного устройства, основанного на принципе срезания материала или дросселирования газа, усложняет конструкцию. А последовательное расположение пневматической камеры и тормозного устройства не обеспечивает  
20 компактность стенда.

Решаемая изобретением задача - более достоверное воспроизведение параметров натуральных ударных нагрузок испытуемого изделия и создание более простой конструкции стенда.

Сущность изобретения заключается в том, что в стенде для ударных испытаний,  
25 содержащем цилиндрический корпус с установленным в нем поршнем, закрепленным на штоке, фиксатор поршня, упор, привод для разгона поршня, включающий источник высокого давления и пневматическую камеру, тормозное устройство и испытуемое изделие, особенностью является то, что стенд снабжен упорной втулкой,  
30 установленной на одном конце штока между поршнем и фиксатором и взаимодействующей с поршнем через пружину, на другом конце штока закреплено изделие, при этом упор установлен с возможностью взаимодействия с поршнем, а пневматическая камера образована внутренними стенками корпуса и поршнем.

Для упрощения конструкции, удобства эксплуатации и уменьшения затрат путем  
35 замены дорогостоящих резцов и исключения создаваемой ими стружки, подвергаемой воздействию физических факторов (например, радиоактивного излучения), тормозное устройство выполнено в виде соединенного с поршнем одним концом и охватывающего шток стакана с внутренней оболочкой и пуансона, закрепленного на  
40 штоке с другого конца стакана, который выступает за цилиндрический корпус.

Для упрощения конструкции и настройки стенда упор установлен между поршнем и фиксатором и выполнен регулируемым в виде двух жестко закрепленных с одного  
торца цилиндров, размещенных друг в друге и смещенных относительно друг друга, при этом внешний цилиндр образует резьбовое соединение с корпусом, а внутренний  
45 цилиндр - с фиксатором.

Для уменьшения паразитных колебаний изделия при испытаниях и повышения воспроизводимости параметров натуральных ударных нагрузок испытуемого изделия  
внутренний цилиндр упора снабжен кольцевым демпфирующим элементом,  
50 размещенным на его торце, который обращен к поршню.

При проведении анализа уровня техники, включающего поиск по патентным и научно-техническим источникам информации и выявление источников, содержащих сведения об аналогах заявленного изобретения, не обнаружено аналогов,

характеризующихся признаками, тождественными всем существенным признакам данного изобретения. Определение из перечня выявленных аналогов прототипа как наиболее близкого по совокупности существенных признаков аналога позволило выявить совокупность существенных отличительных признаков от прототипа, изложенных в формуле изобретения.

Следовательно, заявленное изобретение соответствует условию «новизна».

Для проверки соответствия заявленного изобретения условию «изобретательский уровень» заявитель провел дополнительный поиск известных решений, чтобы выявить признаки, совпадающие с отличительными от прототипа признаками заявленного устройства. В результате поиска не выявлены технические решения с этими признаками. На этом основании можно сделать выводы о соответствии заявляемого изобретения условию «изобретательский уровень».

На фиг.1 изображен общий вид предлагаемого стенда для ударных испытаний.

На фиг.2 представлен увеличенный вид А, указанный на фиг.1, изображающий часть тормозного устройства стенда.

На фиг.3 изображена зависимость ускорения испытуемого изделия от времени.

На фиг.4 представлен ударный импульс, реализованный на стенде в методическом опыте.

Стенд для ударных испытаний содержит цилиндрический корпус 1 с установленным в нем поршнем 2, закрепленным на штоке 3, привод для разгона поршня 2, включающий источник высокого давления (не показан) и пневматическую камеру 4. Пневматическая камера 4 образована внутренними стенками корпуса 1 и поршнем 2. На одном конце штока 3 с помощью болтового соединения 5 закреплено испытуемое изделие 6. На другом конце штока 3 установлена упорная втулка 7 и фиксатор 8 поршня 2. Упорная втулка 7 соединена со штоком 3 с помощью резьбы и расположена между поршнем 2 и фиксатором 8 поршня 2. Упорная втулка 7 взаимодействует с поршнем 2 через пружину 9 (например, тарельчатую) (фиг.1).

Стенд содержит регулируемый в осевом направлении упор 10, установленный с возможностью взаимодействия с поршнем 2 и фиксатором 8. Упор 10 выполнен в виде двух жестко закрепленных с одного торца цилиндров, размещенных друг в друге и смещенных относительно друг друга для удобства при настройке, а также для компактности стенда. При этом на внутренних поверхностях обоих цилиндров выполнена резьба, с помощью которой внешний цилиндр соединен с корпусом 1, а внутренний цилиндр соединен с фиксатором 8. На торце внутреннего цилиндра упора 10, обращенного к поршню 2, установлен кольцевой демпфирующий элемент 11.

Стенд также содержит тормозное устройство, работающее на принципе протяжки материалов. Тормозное устройство расположено на штоке 3, выполнено в виде стакана 12 с внутренней металлической оболочкой 13, охватывающей шток 3. Один конец стакана 12 соединен с поршнем 2 резьбовым соединением, а другой конец стакана 12, выступающий за цилиндрический корпус 1, охватывает пуансон 14, закрепленный на штоке 3 (фиг.2).

Предварительная настройка стенда осуществляется следующим образом. Для формирования заданного ударного импульса (фиг.3) упор 10, являющийся соединительным элементом между корпусом 1 и фиксатором 8, устанавливается на расчетное расстояние  $(\Delta + \Delta_0)$  от поршня 2, где  $\Delta_0$  - деформация тарельчатой пружины 9. Ход поршня  $\Delta$  можно рассчитать по формуле, определяющей перемещение испытуемого изделия б за время действия трапецеидального импульса ударной нагрузки  $t$  при  $t_{\phi} \ll t_n$

$$\Delta = \frac{t_k^2 g}{6} (2a_{max} + a_k) ,$$

где  $t_k$  - длительность ударного импульса в конце разгона поршнем;

$g$  - ускорение силы тяжести;

$a_{max}$  - заданное максимальное ускорение ударного импульса;

$a_k$  - ускорение ударного импульса в конце разгона поршнем;

$t_{и}$  - заданная длительность ударного импульса;

$t_{ф}$  - длительность переднего фронта нарастания ускорения ударного импульса.

В пневматическую камеру 4 закачивается воздух до расчетного давления, реализующего заданную нагрузку. При этом поршень 2 перемещается в сторону фиксатора 8 на расстояние  $\Delta_0$ , деформируя тарельчатую пружину 9, которая упирается на боковые поверхности поршня 2 и втулки 7, а между конической частью пуансона 14 и оболочкой 13 образуется зазор  $\Delta_0$ . В исходном состоянии поршень 2, опираясь на тарельчатую пружину 9, сжатую на величину расчетной деформации  $\Delta_0$ , и упорную втулку 7, удерживается фиксатором 8. При этом шток 3 с пуансоном 14, соединяющий поршень 2 и испытуемое изделие 6, находится в ненагруженном состоянии. Устройство готово к работе.

Предлагаемый стенд для ударных испытаний работает следующим образом. После раскрытия фиксатора 8 поршень 2 начинает перемещаться в сторону фиксатора 8 под действием сжатого воздуха в пневматической камере 4. Вместе с поршнем 2 в движении находятся следующие элементы: втулка 7, сжатая тарельчатая пружина 9, шток 3, испытуемое изделие 6 с креплением 5, пуансон 14 и стакан 12 с оболочкой 13. Поршень 2 проходит расстояние  $\Delta$  до контакта с торцом внутреннего цилиндра упора 10 и останавливается, в результате чего разгон испытуемого изделия 6 под действием сжатого воздуха резко прекращается.

Давление в пневматической камере 4, действующее на поршень 2, уравнивается усилием упора 10 с демпфирующим элементом 11. Когда деформация демпфирующего элемента 11 достигает максимума, поршень 2 останавливается. Вместе с поршнем 2 останавливается соединенный с ним стакан 12 с оболочкой 13. Остальные подвижные части установки: шток 3, упорная втулка 7, пуансон 14 с испытуемым изделием 6, обладающие запасом кинетической энергии, продолжают движение. Сжатая тарельчатая пружина 9 действует на эти части, ускоряя их движение до момента полной своей разгрузки и увеличивая длительность заднего фронта ударного импульса.

В свою очередь пуансон 14 после остановки поршня 2 начинает перемещаться относительно неподвижного стакана 12 и, пройдя расстояние  $\Delta_0$  в момент полной разгрузки пружины 9, внедряется в оболочку 13, деформируя ее. В процессе протяжки оболочки 13 пуансоном 14 идет торможение испытуемого изделия 6 до полной остановки с формированием постоянной тормозной силы заданной величины. Для проведения следующих испытаний происходит замена оболочки 13, при изменении параметров ударного импульса упор 10 устанавливается на другое расчетное расстояние.

Ударный импульс, изображенный на фиг.4, реализован на созданном стенде ударных испытаний (пневматической ударной машине) в конкретном методическом опыте. Основные параметры реализованного ударного импульса имеют следующие значения: максимальное ускорение испытуемого изделия при разгоне -  $2652 \text{ м/с}^2$ ; длительность переднего фронта ударного импульса - 0,2 мс; длительность заднего фронта - 0,8 мс; длительность ударного импульса - 4,3 мс, максимальное ускорение

испытываемого изделия при торможении -  $167 \text{ м/с}^2$  (что составляет приблизительно 6% от величины ускорения на этапе разгона).

Таким образом, за счет введения упорной втулки штока в исходном положении находится в ненапряженном состоянии и после срабатывания фиксатора не колеблется. А это в свою очередь исключает высокочастотные колебания испытываемого изделия и позволяет повысить воспроизводимость натуральных ударных импульсов в начале разгона.

Кроме того, введение пружины увеличивает длительность заднего фронта ударного импульса, что приводит к уменьшению амплитуды высокочастотных колебаний испытываемого изделия. Вследствие чего достигается повышение воспроизводимости натуральных ударных импульсов в области заднего фронта импульса.

Преимущество изобретения состоит в том, что применение безударного тормозного устройства, работающего на принципе протяжки материалов, имеющего оптимальную силовую характеристику  $F_{\text{торм}} = \text{const}$ , позволило сделать предлагаемую конструкцию стенда значительно дешевле и удобнее в использовании, чем применение дорогостоящих резцов и срезаемой втулки в прототипе.

Размещение регулируемого упора между поршнем и фиксатором позволяет проводить одну предварительную операцию настройки, которая обеспечивает формирование длительности заданного ударного импульса.

Это упрощает конструкцию и предварительную настройку стенда.

Вынесение места крепления испытываемого изделия за пределы корпуса стенда упрощает обслуживание испытываемого изделия и позволяет создать более компактную конструкцию.

Таким образом, представленные данные свидетельствуют о выполнении при использовании заявляемого изобретения следующей совокупности условий:

- средство, воплощающее заявленное устройство при его осуществлении, предназначено для использования в различных отраслях промышленности (в испытательных комплексах машиностроительных, автомобилестроительных, приборостроительных предприятий и т.д., и т.п.);
- для заявляемого устройства в том виде, в котором оно охарактеризовано в формуле изобретения, подтверждена возможность его осуществления.

Следовательно, заявляемое изобретение соответствует условию «промышленная применимость».

#### Формула изобретения

1. Стенд для ударных испытаний, содержащий цилиндрический корпус с установленным в нем поршнем, закрепленным на штоке, фиксатор поршня, упор, привод для разгона поршня, включающий источник высокого давления и пневматическую камеру, тормозное устройство и испытываемое изделие, отличающийся тем, что он снабжен упорной втулкой, установленной на одном конце штока между поршнем и фиксатором и взаимодействующей с поршнем через пружину, на другом конце штока закреплено изделие, при этом упор установлен с возможностью взаимодействия с поршнем, а пневматическая камера образована внутренними стенками корпуса и поршнем.

2. Стенд для ударных испытаний по п.1, отличающийся тем, что тормозное устройство выполнено в виде соединенного с поршнем одним концом и охватывающего шток стакана с внутренней оболочкой и пуансона, закрепленного на штоке с другого конца стакана, который выступает за цилиндрический корпус.

3. Стенд для ударных испытаний по п.2, отличающийся тем, что упор установлен между поршнем и фиксатором и выполнен регулируемым в виде двух жестко закрепленных с одного торца цилиндров, размещенных друг в друге и смещенных относительно друг друга, при этом внешний цилиндр образует резьбовое соединение с корпусом, а внутренний цилиндр - с фиксатором.

4. Стенд для ударных испытаний по п.3, отличающийся тем, что внутренний цилиндр упора снабжен кольцевым демпфирующим элементом, размещенным на его торце, который обращен к поршню.

5

10

15

20

25

30

35

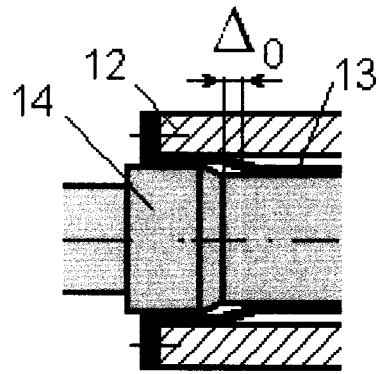
40

45

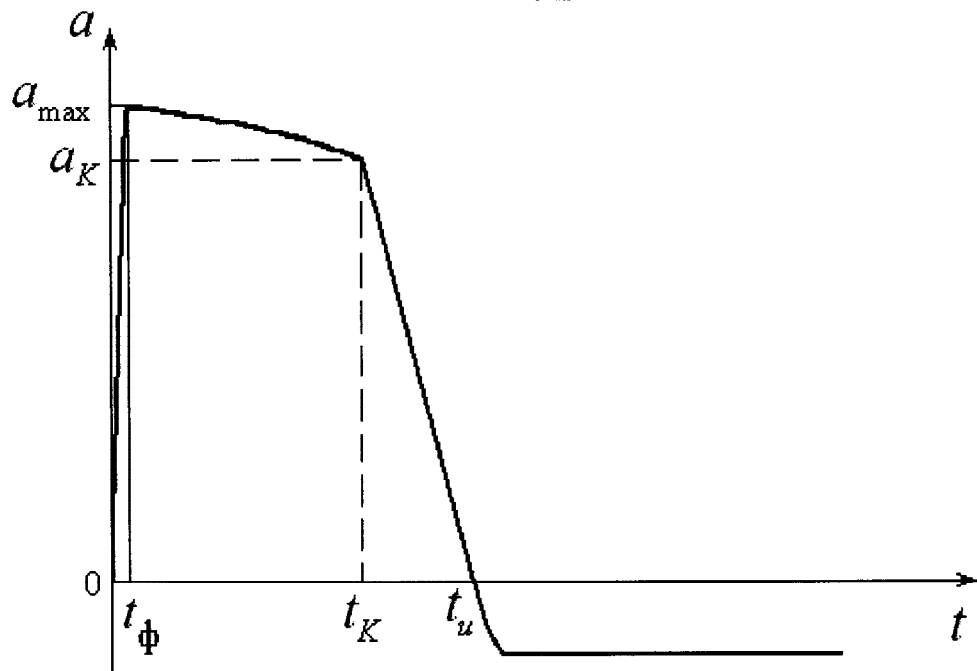
50



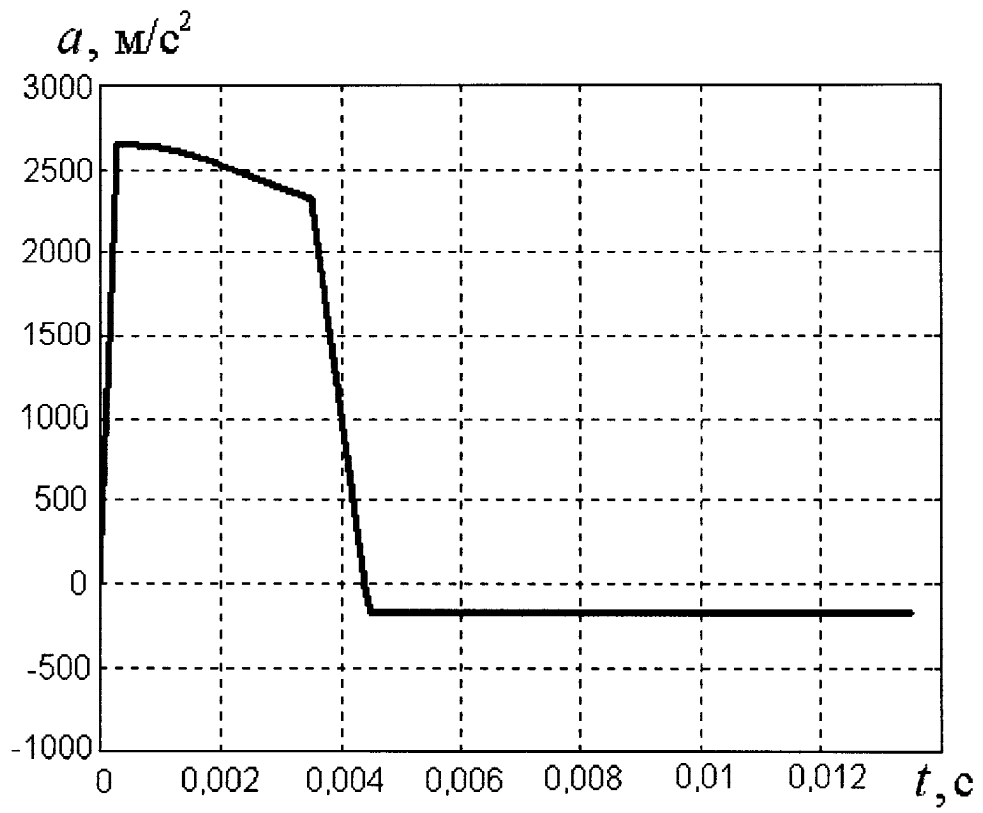
Вид А



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4