



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005141268/28, 28.12.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.12.2005

(43) Дата публикации заявки: 10.07.2007

(45) Опубликовано: 27.11.2007 Бюл. № 33

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 977973 A1, 30.11.1982. RU 2052786
C1, 20.01.1996. SU 1193483 A1, 23.11.1985. US
3180131, 27.04.1965.

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

Повитухин Юрий Николаевич (RU),
Полуянов Всеволод Артемьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное унитарное
предприятие "Российский федеральный
ядерный центр - Всероссийский научно-
исследовательский институт технической физики
им. акад. Е.И. Забабахина" (ФГУП "РФЯЦ-
ВНИИТФ им. акад. Е.И. Забабахина") (RU)

(54) СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ИЗДЕЛИЙ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ИМПУЛЬСНЫХ УСКОРЕНИЙ

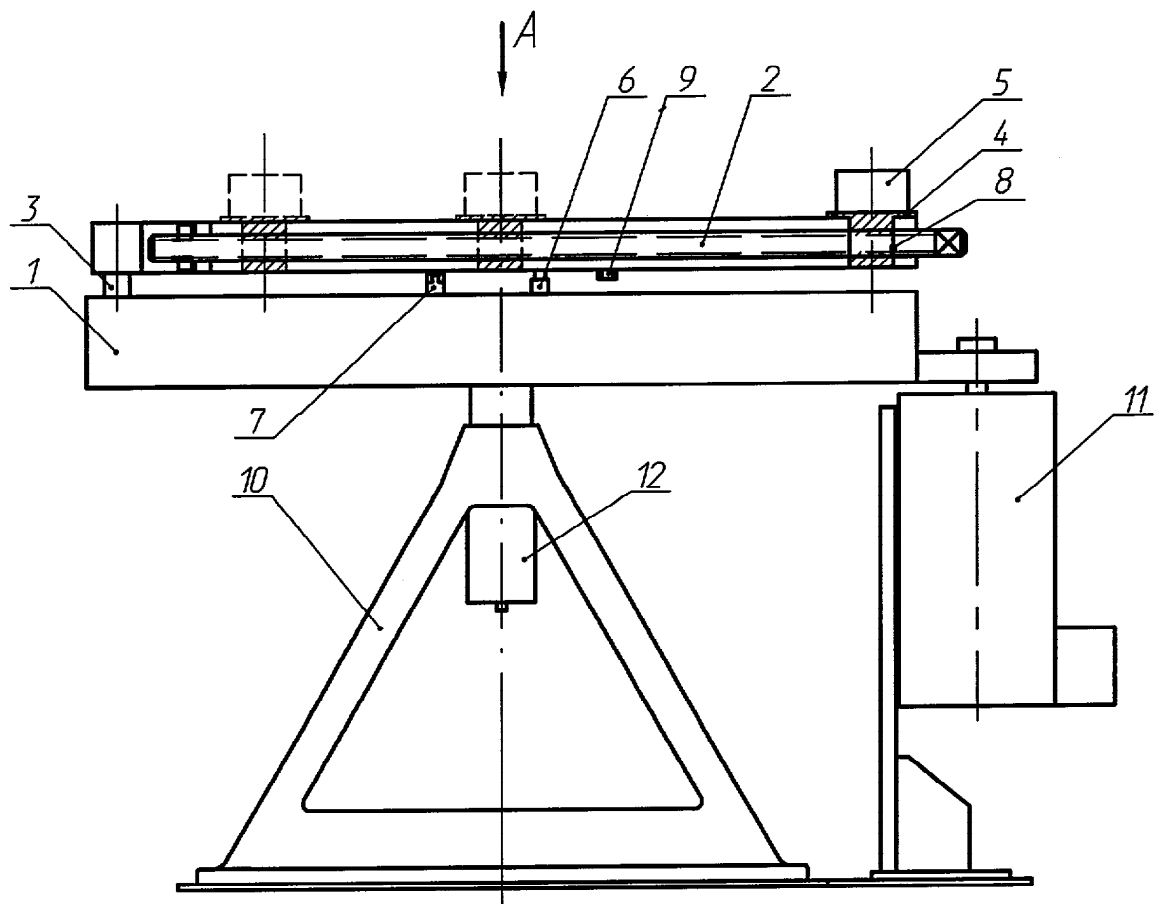
(57) Реферат:

Изобретение относится к испытательной
технике. Стенд содержит маховик с приводом его
вращения, маятник, установленный на периферии
маховика с возможностью поворота относительно
оси, параллельной оси вращения маховика,
установленный на маятнике стол для закрепления
испытываемого изделия и фиксатор начального

положения маятника. Стенд снабжен остановом
конечного положения маятника, расположенного на
маховике. Стол установлен с возможностью
перемещения вдоль маятника и фиксации в
заданных положениях. Амплитуда и длительность
импульсов определяются по формулам.
Технический результат: повышение достоверности.
2 з.п. ф-лы, 6 ил.

RU 2 3 1 1 6 2 5 C 2

RU 2 3 1 1 6 2 5 C 2



Фиг.2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2005141268/28, 28.12.2005**(24) Effective date for property rights: **28.12.2005**(43) Application published: **10.07.2007**(45) Date of publication: **27.11.2007 Bull. 33**

Mail address:

**456770, Cheljabinskaja obl., g. Snezhinsk,
ul. Vasil'eva, 13, FGUP "RFJaTs-VNIITF im.
akad. E.I. Zababakhina", otdel
intelektual'noj sobstvennosti, G.V. Bakalovu**

(72) Inventor(s):

**Povitukhin Jurij Nikolaevich (RU),
Polujanov Vsevolod Artem'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predpriyatie "Rossijskij federal'nyj jadernyj
tsentr - Vserossijskij nauchno-
issledovatel'skij institut tekhnicheskoy
fiziki im. akad. E.I. Zababakhina" (FGUP
"RFJaTs-VNIITF im. akad. E.I. Zababakhina") (RU)**

(54) **BENCH FOR PULSE ACCELERATION TESTING OF ARTICLES**

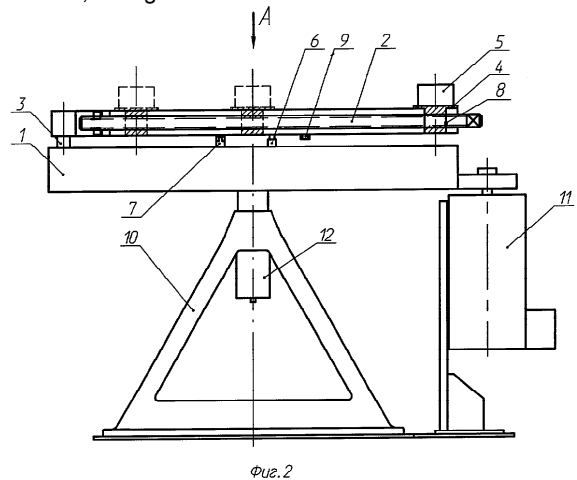
(57) Abstract:

FIELD: testing engineering.

SUBSTANCE: bench comprises flywheel provided with the drive for setting it in rotation, pendulum mounted at the periphery of the flywheel for permitting rotation around the axis parallel to the axis of rotation of the flywheel, table mounted on the pendulum and used for securing the article to be tested, and locator of initial position of the pendulum. The bench is provided with the member for the stop of the terminal position of the pendulum mounted on the flywheel. The table is mounted for permitting movement along the pendulum and locking in given positions. The amplitude and duration of the pulses are determined from the formulae proposed.

EFFECT: prolonged service life.

2 cl, 6 dwg



Фиг. 2

Изобретение относится к испытательной технике, в частности к устройствам для испытаний изделий на воздействие импульсных ускорений, и может быть использовано в любой отрасли машиностроения.

Известен стенд для испытаний изделий на воздействие импульса ускорения, содержащий вращающийся маховик (платформу) с приводом его вращения, маятник, установленный на периферии маховика с возможностью поворота относительно оси, параллельной оси маховика, установленный на маятнике стол для закрепления испытываемого изделия, и фиксатор начального положения маятника.

Стол установлен на конце маятника через подшипниковый узел. Между маятником и маховиком соосно подшипниковому узлу установлен стакан, обращенный дном к маховику. В полости стакана размещен палец, который радиально закреплен на фиксаторе, удерживающем маятник и имеющем привод (Авторское свидетельство СССР №1370473, МПК G01M 7/00, 1986).

Данный стенд позволяет повысить воспроизводимость импульсов ускорения за счет обеспечения заданной ориентации положения оси чувствительности испытываемого изделия по отношению к вектору центробежной силы, действующей на изделие при его относительном движении.

Однако он имеет ограниченные возможности расширения диапазона воспроизводимых импульсов, т.к. стол для крепления испытываемого изделия установлен на конце маятника на расстоянии от его оси поворота, равном расстоянию между последней и осью вращения маховика. Отсутствие останова приводит к колебательным движениям маятника вплоть до останова маховика, что не позволяет получить единичный импульс. Совпадение оси чувствительности изделия с продольной осью маятника не позволяет обрабатывать изделия под различными углами к вектору центробежных сил.

Наиболее близким аналогом заявляемого изобретения является стенд для испытаний изделий на воздействие импульса ускорения, содержащий вращающийся маховик с приводом его вращения, маятник, установленный на периферии маховика с возможностью поворота относительно оси, параллельной оси маховика, установленный на маятнике стол для закрепления испытываемого изделия, и фиксатор начального положения маятника. Стол установлен на конце маятника через подшипниковый узел, а фиксатор снабжен приводом (Авторское свидетельство СССР №977973, МПК. G01M 7/00, 1981).

Данный стенд позволяет проводить испытания с высокой достоверностью за счет устранения воздействия на изделие ускорения на этапе предварительного разгона.

Стенд работает следующим образом.

Перед началом испытаний стол удерживают фиксатором на оси вращения маховика. Затем разгоняют маховик до требуемой скорости, при этом стол с испытываемым изделием остается неподвижным благодаря наличию подшипникового узла. При достижении маховиком требуемой скорости вращения фиксатор освобождает стол и маятник, которые начинают разгоняться в поле центробежных сил, при этом испытываемое изделие нагружается импульсом ускорения.

Для определения ускорений, действующих на маятник в прототипе, необходимо рассматривать его движение как плоскопараллельное, складывающееся из поступательного вместе с осью подвеса O_1 и относительного вращательного движения вокруг оси O_1 (книга «Курс теоретической механики», Л.Г.Лойцянский, А.И.Лурье, М., Гостехиздат, 1957).

На фиг.1 представлена схема ускорений, действующих на точку m при плоскопараллельном движении, где:

m - масса стола с испытываемым изделием;

l_1 - расстояние от оси маховика до оси вращения маятника;

l_2 - расстояние от оси вращения маятника до центра тяжести испытываемого изделия;

φ_1 - угол поворота маховика вокруг своей оси;

φ_2 - угол поворота маятника вокруг своей оси.

В общем случае, ускорение W_m , действующее на массу m , закрепленную в

определенном месте маятника, складывается из центростремительного ускорения $\overline{W}_{O_1}^n$, направленного вдоль радиуса OO_1 , касательного ускорения $\overline{W}_{O_1}^t$, направленного перпендикулярно радиусу OO_1 , касательного ускорения $\overline{W}_{O_1m}^t$, направленного перпендикулярно радиусу O_1m и центростремительного ускорения $\overline{W}_{O_1m}^n$ от относительного вращательного движения вокруг оси O_1 , направленного вдоль радиуса mO_1 .

$$\overline{W}_m = \overline{W}_{O_1}^n + \overline{W}_{O_1}^t + \overline{W}_{O_1m}^n + \overline{W}_{O_1m}^t \quad (1)$$

Спроектировав равенство (1) на оси координат, жестко связанные с массой m , и решив это уравнение при условиях:

$$\dot{\varphi}_1 = \omega; \quad \ddot{\varphi}_1 = 0; \quad \dot{\varphi}_2 = 2\omega \sin \frac{\varphi_2}{2} \sqrt{l_1/l_2}; \quad \ddot{\varphi}_2 = \omega^2 \cdot \sin \varphi_2 \frac{l_1}{l_2},$$

приведенных в книге «Колебания, удар, защита», Новосибирск, НЭТИ, 1982 г, статья О.Ю.Кузьменко, И.П.Морозов, В.А.Полуянов, М.Д.Соболев. К теории центробежных ударных стенов, стр.75-82,

после соответствующих преобразований получим

$$\overline{W}_m^n = \omega^2 l_1 \left\{ \frac{l_2}{l_1} \left[1 + 2 \sin \frac{\varphi_2}{2} \sqrt{l_1/l_2} \right]^2 - \cos \varphi_2 \right\} \quad (2)$$

Максимальной величины амплитуда A нормального ускорения \overline{W}_m^n достигает при $\varphi_2=180^\circ$, тогда

$$A = \overline{W}_{m_{max}}^n = \omega^2 l_1 \left\{ \frac{l_2}{l_1} \left[1 + 2 \sqrt{l_1/l_2} \right]^2 + 1 \right\} \quad (3)$$

Как видно из уравнения (3), максимальная амплитуда реализуемого импульса зависит от оборотов маховика, расстояния между осями вращения маятника и маховика и отношения его к расстоянию от оси вращения маятника до центра тяжести испытываемого изделия.

Длительность реализуемого импульса

$$t = \frac{1}{\omega \sqrt{l_1/l_2}} \left[\ln \operatorname{tg} \frac{\varphi_2}{4} - \ln \operatorname{tg} \frac{\varphi_0}{4} \right], \quad (4)$$

где φ_0 - угол начального положения маятника.

ω - угловая скорость маховика.

Недостатком рассматриваемого стенда является жесткая связь расстояния от установки стола с испытываемым изделием до оси вращения маятника (l_2) с расстоянием от оси вращения маятника до оси вращения маховика (l_1). Жесткая связь не позволяет при одной и той же амплитуде импульса ускорения менять его длительность, что ограничивает возможности использования стенда. Отсутствие останова не позволяет реализовать единичный импульс, так как маятник будет совершать колебательные движения до полной остановки маховика, что приведет к многократному недопустимому во многих случаях нагружению испытываемого изделия. А это ограничивает возможность использования стенда.

Также в известном стенде отсутствует инструментальный контроль реализуемых импульсов ускорения, что снижает достоверность результатов испытаний.

Решаемая данным изобретением задача - расширение диапазона воспроизводимых импульсов ускорения как по амплитуде, так и по длительности.

Сущность изобретения заключается в том, что стенд для испытаний изделий на воздействие импульсных ускорений содержит вращающийся маховик с приводом его вращения, маятник, установленный на периферии маховика с возможностью поворота относительно оси, параллельной оси вращения маховика, установленный на маятнике стол для закрепления испытываемого изделия, и фиксатор начального положения маятника. Особенность заключается в том, что стенд снабжен остановам конечного положения

маятника, расположенного на маховике, стол установлен с возможностью перемещения вдоль маятника и фиксации в заданных положениях, а амплитуда (A) и длительность (t) импульсов определяются по формулам:

$$A = \omega^2 l_1 \left\{ \frac{l_2}{l_1} \left[1 + 2 \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} \right]^2 + 1 \right\}$$

$$t = \frac{1}{\omega \sqrt{\frac{l_1}{l_2}}} \left[\ln \operatorname{tg} \frac{\varphi_2}{4} - \ln \operatorname{tg} \frac{\varphi_0}{4} \right],$$

где m - масса стола с испытываемым изделием;

l_1 - расстояние от оси маховика до оси вращения маятника;

l_2 - расстояние от оси вращения маятника до центра тяжести испытываемого изделия;

φ_0 - угол начального положения маятника;

φ_2 - угол поворота маятника вокруг своей оси.

ω - угловая скорость маховика.

Кроме того, для обеспечения нагрузок реальной эксплуатации испытываемого изделия (получения единичного импульса) останов выполнен в виде расположенного на маховике храповика, взаимодействующего с зубчатым сектором, закрепленным на маятнике.

Для расширения диапазона реализуемых нагрузок перемещение стола вдоль маятника осуществляется с помощью винтовой пары.

Отличительными признаками предлагаемого устройства от прототипа являются:

размещение стола с возможностью перемещения вдоль маятника, обеспечение его

фиксации в заданных положениях и определение амплитуды и длительности импульсов по определенным формулам (3, 4).

Благодаря наличию этих признаков при работе станда для испытаний изделий

становится возможным перемещать стол с испытываемым изделием вдоль маятника и

закреплять его на любом заданном расстоянии от оси вращения маятника до центра

тяжести испытываемого изделия, что позволяет достигать максимальной амплитуды

реализуемого импульса и в конечном итоге расширить диапазон воспроизводимых

импульсов ускорения как по амплитуде, так и по длительности. А также позволяет

получить единичный импульс ускорения, что необходимо для получения реальных условий испытаний.

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 заявленного изобретения.

Определение из перечня выявленных аналогов прототипа, как наиболее близкого по

совокупности существенных признаков аналога, позволило выявить совокупность

существенных по отношению к усматриваемому заявителем техническому результату

отличительных признаков в заявленном устройстве, изложенных в формуле изобретения.

Следовательно, заявленное изобретение соответствует условию «новизна».

Для проверки соответствия заявленного изобретения условию «изобретательский

уровень» заявитель провел дополнительный поиск известных технических 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 изображена схема ускорений, действующих на массу m при

плоскопараллельном движении.

На фиг.2 изображен заявляемый стенд, вид сбоку.

На фиг.3 изображен заявляемый стенд, вид А фиг.2.

На фиг.4 изображен останов в зацеплении с зубчатым сектором.

На фиг.5 приведен график изменения параметров импульсов ускорения в зависимости от места расположения стола.

На фиг.6 приведена таблица результатов расчета параметров реализуемых импульсов.

Стенд для испытаний изделий на воздействие импульсных ускорений содержит
5 вращающийся маховик 1, маятник 2, установленный на периферии маховика 1 с
возможностью поворота на оси 3, параллельной оси вращения маховика 1. На маятнике 2
установлен стол 4 для закрепления испытываемого изделия 5. Стенд снабжен фиксатором
6 начального и остановом 7 конечного положений маятника 2. Стол 4 установлен с
10 возможностью перемещения вдоль маятника 2 и фиксации в заданных положениях с
помощью винтовой пары 8 (фиг.2, 3).

Фиксатор 6 выполнен в виде втяжного электромагнита и расположен на маховике 1 с
возможностью взаимодействия с маятником 2 через винт-фиксатор электромагнита в
исходном положении (на чертеже не показано). Останов 7 выполнен в виде храповика и
расположен на маховике 1 с возможностью взаимодействия с зубчатым сектором 9 (фиг.4).

15 Стенд также содержит основание 10, на котором расположен маховик 1,
электродвигатель 11 (привод вращения маховика), коллектор 12 для передачи
электрических сигналов к испытываемому изделию 5 и съема сигналов с датчиков (на
чертеже не показано), измеряющих импульс ускорений.

Стенд работает следующим образом.

20 Маятник 2 с закрепленным, например с помощью болтовых соединений, на столе 4
испытываемым изделием 5 устанавливается в исходное положение. В этом положении он
удерживается фиксатором 6 за счет того, что головка винта-фиксатора электромагнита
входит в отверстие пластины, закрепленной на маятнике (на чертеже не показано).

Через фрикционную передачу двигателем 11 маховик 1 разгоняется до требуемых
25 оборотов. При достижении маховиком 1 заданной скорости вращения, на электромагнит
подается электропитание и сердечник с закрепленным на нем винтом-фиксатором
втягивается в катушку и выходит из зацепления с маятником 2, который начинает
разгоняться в поле центробежных сил. При этом испытываемое изделие 5 нагружается
импульсом ускорения. Для получения однократного импульса ускорения в конце цикла
30 движения зубчатый сектор 9 маятника 2 входит в зацепление с храповиком останова 7.
Параметры импульсов, воздействующих на испытываемое изделие 5, в виде электрических
сигналов от датчиков ускорения передаются на регистрирующее устройство через
коллектор 12.

Расстояние стола от оси маятника определяется расчетно-экспериментальным путем по
35 формуле (6) в зависимости от заданных параметров импульса и устанавливается с
помощью винта.

Общая длина маятника не превышает диаметра маховика, т.е. $2l_1$.

Расчет показывает, что изменение соотношения $P = \frac{l_1}{l_2}$ в пределах $P=(2 \div 0,5)$

40 существенно изменяет параметры формируемого импульса. Очень важным является тот
факт, что уровень начальных постоянно действующих ускорений в начальный и конечный
периоды работы стенда (при $0,5 \leq P \leq 2$) незначительный и составляет лишь примерно 8% от
пикового значения формируемого импульса, что практически всегда допустимо при
испытании изделий на воздействие импульсных ускорений.

45 Выражение в фигурных скобках уравнения (3) обычно называют маятниковым
коэффициентом K , показывающим, во сколько раз увеличивается перегрузка, действующая
на испытываемое изделие, по отношению к перегрузке в точке подвеса маятника ($\omega^2 l_1$).

Учитывая $P = \frac{l_1}{l_2}$, значение маятникового коэффициента можно записать в следующем
50

виде:

$$K = 1 + \frac{1}{P} (1 + 2\sqrt{P})^2 \quad (5)$$

Тогда уравнение (3) примет вид

$$A_{m_{\max}} = \omega^2 \cdot l_1 \cdot K \quad (6)$$

На фиг.5 представлен график изменения параметров импульсов ускорения, формируемых с помощью предлагаемого изобретения.

5 Индексами (2), (1), (0,5) обозначены амплитуды A_2 , A_1 , $A_{0,5}$ и длительности t_2 , t_1 , $t_{0,5}$ импульсов, формируемых в соответствии с формулами (3) и (4) в случаях, когда длина маятника l_2 равна половине, одному и двум l_1 , т.е. $l_2=0,5l_1$; $l_2=l_1$; $l_2=2l_1$, где как отмечено выше, l_1 - расстояние между осями вращения маятника и маховика.

При этом, используя формулы (3) и (4), получим:

$$10 A_{0,5} = 12,5\omega^2 l_1; \quad t_{0,5} = \frac{7}{\omega}$$

$$A_1 = 10\omega^2 l_1; \quad t_1 = \frac{5}{\omega}$$

$$15 A_2 = 8,3\omega^2 l_1; \quad t_2 = \frac{3,5}{\omega}$$

Из фиг.5 наглядно следует, что при фиксированной величине угловой скорости вращения маховика ω параметры формируемого импульса существенно зависят от места расположения испытываемого изделия на маятнике.

20 В таблице фиг.6 представлены результаты расчета параметров импульсов при $l_1=0,5$ м.

Если при уменьшении расстояния размещения стола от оси маятника в 4 раза пиковое значение импульса уменьшается в 1,6 раза, то его длительность t уменьшается в 2 раза. Варьируя начальной угловой скоростью маховика ω , можно получить множество других вариантов импульсов в соответствии с представленными выше формулами.

25 Таким образом, возможность перемещения стола вдоль маятника и его фиксация в заданных положениях позволяют изменять амплитуду импульса в широких пределах.

Преимущество изобретения состоит в том, что возможность формирования импульсов ускорения в широком диапазоне как по амплитуде, так и по длительности значительно расширяет область применения стенда для испытания в различных областях

30 промышленности.

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

- средство, воплощающее заявленное устройство при его осуществлении, предназначено для использования в различных отраслях промышленности для испытания 35 изделий на воздействие импульсных ускорений:

- для заявляемого устройства в том виде, в котором оно охарактеризовано в формуле изобретения, подтверждена возможность его осуществления.

Следовательно, заявляемое изобретение соответствует условию «промышленная применимость».

40

Формула изобретения

1. Стенд для испытаний изделий на воздействие импульсных ускорений, содержащий маховик с приводом его вращения, маятник, установленный на периферии маховика с возможностью поворота относительно оси, параллельной оси вращения маховика, 45 установленный на маятнике стол для закрепления испытываемого изделия и фиксатор начального положения маятника, отличающийся тем, что стенд снабжен остановом конечного положения маятника, расположенного на маховике, стол установлен с возможностью перемещения вдоль маятника и фиксации в заданных положениях, а амплитуда (A) и длительность (t) импульсов определяются по формулам

$$50 A = \omega^2 l_1 \left\{ \frac{l_2}{l_1} \left[1 + 2 \sqrt{\frac{l_1}{l_2}} \right]^2 + 1 \right\}$$

$$t = \frac{1}{\omega \sqrt{\frac{l_1}{l_2}}} \left[\ln \operatorname{tg} \frac{\varphi_2}{4} - \ln \operatorname{tg} \frac{\varphi_0}{4} \right],$$

- 5 где m - масса стола с испытываемым изделием;
 l_1 - расстояние от оси маховика до оси вращения маятника;
 l_2 - расстояние от оси вращения маятника до центра тяжести испытываемого изделия;
 φ_0 - угол начального положения маятника;
 φ_2 - угол поворота маятника вокруг своей оси.
- 10 ω - угловая скорость маховика.
2. Стенд по п.1, отличающийся тем, что останов выполнен в виде расположенного на маховике храповика, взаимодействующего с зубчатым сектором, закрепленным на маятнике.
3. Стенд по п.1, отличающийся тем, что перемещение стола вдоль маятника
 15 осуществляется с помощью винтовой пары.

20

25

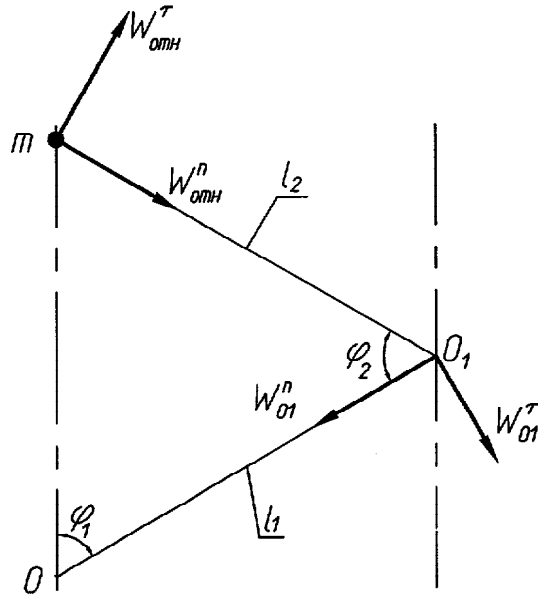
30

35

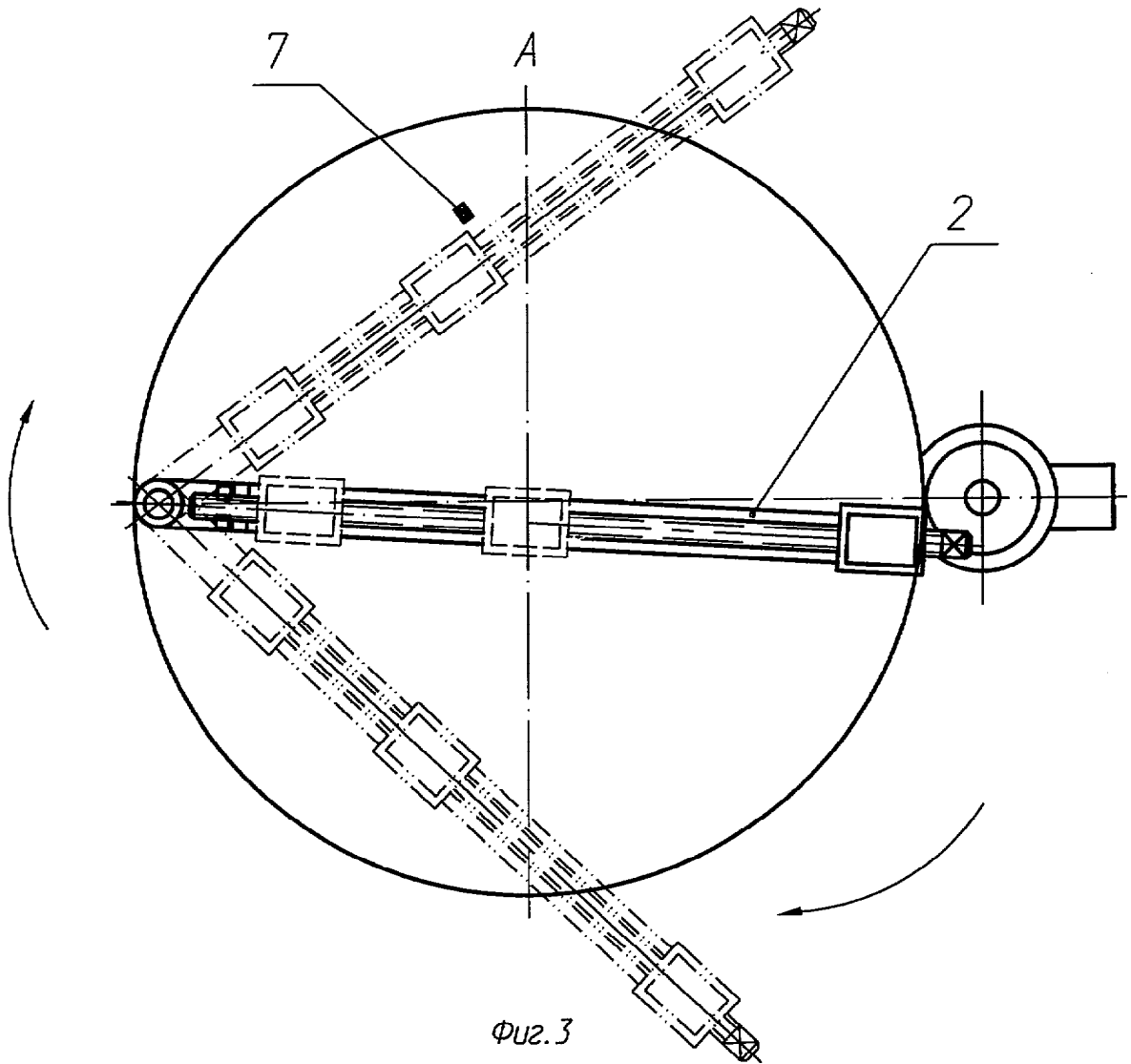
40

45

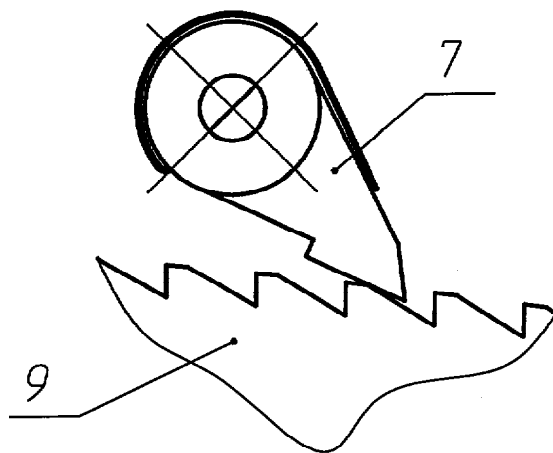
50



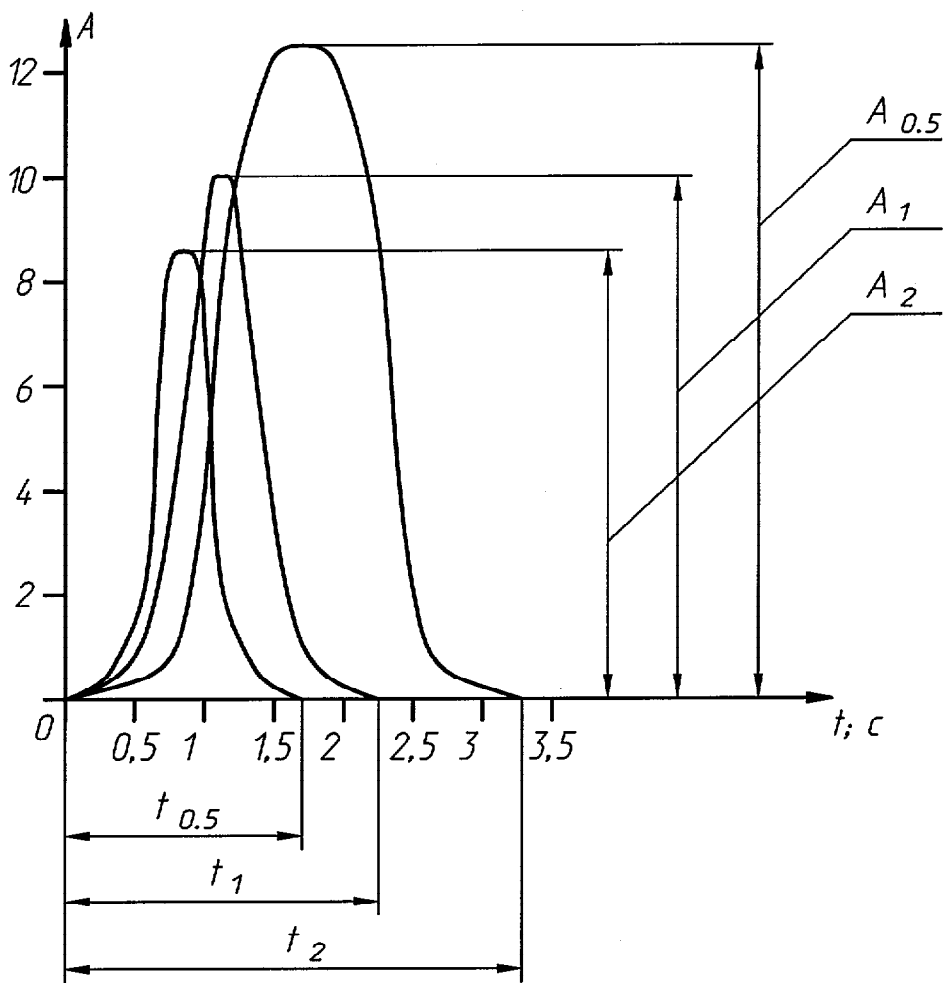
Фиг. 1



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

$\omega,$ $1/c$	$l_1=0,5M \quad l_2=1M$ $P=0,5$		$l_1=0,5M \quad l_2=0,5M$ $P=1$		$l_1=0,5M \quad l_2=0,25M$ $P=2$	
	$K=12,7$		$K=10$		$K=8,3$	
	$A, M/c^2$	t, c	$A, M/c^2$	t, c	$A, M/c^2$	t, c
2	25,4	3,4	20	2,4	16,6	1,7
4	101,6	1,71	80	1,21	66,4	0,86
6	223,6	1,14	180	0,81	149,4	0,57
8	406,4	0,85	320	0,61	265,6	0,43
10	635	0,68	500	0,48	415	0,34
15	1429	0,46	1125	0,32	934	0,23
20	2540	0,34	2000	0,24	1660	0,17

Фиг. 6