

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **040346**

(13) **B1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2022.05.23**

**(51)** Int. Cl. **G09B 23/40** (2006.01)

**(21)** Номер заявки  
**202191112**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2021.04.29**

---

**(54) СИМУЛЯТОР ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ**

---

**(43)** **2022.05.19**

**(96)** **KZ2021/017 (KZ) 2021.04.29**

**(71)(73)** Заявитель и патентовладелец:  
**РЕСПУБЛИКАНСКОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
ПРЕДПРИЯТИЕ НА ПРАВЕ  
ХОЗЯЙСТВЕННОГО ВЕДЕНИЯ  
"ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ  
И МАШИНОВЕДЕНИЯ  
ИМЕНИ АКАДЕМИКА У.А.  
ДЖОЛДАСБЕКОВА" КОМИТЕТА  
НАУКИ МИНИСТЕРСТВА  
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН (KZ)**

**(72)** Изобретатель:  
**Джомартов Асылбек Абдразакович,  
Камал Азиз Нутпулла оглы,  
Абдураимов Азизбек Ералиевич,  
Джамалов Нутпулла Камалович (KZ)**

**(74)** Представитель:  
**Ахметова Б.И. (KZ)**

**(56)** MATSIURA D. и др. Conceptual Design of a Cable Driven Parallel Mechanism for Planar Earthquake Simulation. The 21 CISM-IFTOMM Symposium on Robot Design, Dynamics and Control (ROMANSY2016), 2016, стр. 403-411  
CN-U-210574409  
CN-U-210378065  
CN-U-213716309

**(57)** Изобретение относится к устройствам воспроизведения сейсмических волн, возникающих при землетрясении. Применяется для экспериментальных исследований макетов зданий и их фундаментов на сейсмоустойчивость и для проведения сейсмических тренировок людей. Целью изобретения является создание простой конструкции симулятора землетрясения, имитирующего реальное длинопериодное землетрясение с вертикальным смещением. Симулятор землетрясения (чертеж) состоит из подвижной платформы 1, пяти серводвигателей с намоточным шкивом 2-6, тросов 7-11, связки из четырех тросов 12, неподвижного основания 13, компьютера 14. Симулятор работает следующим образом (см. чертеж). Компьютер 14 при помощи специально разработанной программы выдает сигналы для управления на контроллер серводвигателей 2-6. Серводвигатели 2-5 начинают натягивать тросы 7-10 путем наматывания и разматывания их на шкивы, осуществляя перемещение подвижной платформы 1 горизонтально по осям X, Y и тем самым имитируя продольные и поперечные волны землетрясения. Для моделирования вертикальных смещений включается серводвигатель 6, который натягивает трос 11, который соединен с подвижной платформой 1 через связку тросов 12 и путем наматывания и разматывания троса 11 на шкив осуществляет перемещение подвижной платформы 1 вертикально по оси Z. Согласованная работа пяти серводвигателей 2-6, которые натягивают тросы 7-11 путем наматывания и разматывания их на шкивы, позволяет осуществить перемещение подвижной платформы 1 по трем осям X, Y, Z и тем самым имитируя реальное землетрясение согласно заданной сейсмограммы. Достоинством данного симулятора землетрясения на основе пространственного параллельного механизма с тросовым приводом состоит в простоте конструкции (отсутствуют воздушные подшипники) и возможности реализации вертикального перемещения платформы.

**B1**

**040346**

**040346  
B1**

Изобретение относится к устройствам воспроизведения сейсмических волн возникающих при землетрясении. Применяется для экспериментальных исследований макетов зданий и их фундаментов на сейсмоустойчивость и для проведения сейсмических тренировок людей.

Известен симулятор землетрясения (патент US № 4112776 А, МПК В06В 1/14,1978 г.), который имеет вибрирующую платформу, установленную на раму. Платформа приводится в движение гидравлическим приводом, который совершает возвратно-поступательное движение платформы через систему рычагов. Гидропривод управляется гидравлической цепью и электрической цепью, которая обеспечивает вход в гидравлический контур.

Недостатком данного симулятора землетрясения является сложность конструкции и управления из-за наличия гидроприводов и в следствии этого невозможность воспроизведения больших ускорений, низкая транспортабельность, непригодность для проведения сейсмических тренировок людей. Не может воспроизвести большие смещения, для моделирования длинопериодного землетрясения.

Известен также симулятор землетрясения на базе пространственного параллельного механизма 4-RPS (Range Positioning System) (патент CN № 101819727 А, МПК G09В 23/40, 2010 г.), который создан на базе пространственного параллельного механизма 4-RPS (Range Positioning System) установленного на грузовой машине. Симулятор землетрясений является мобильным, простым по конструкции, гибким и точным в управлении и может широко использоваться для научной популяризации исследований землетрясений в школах и населенных пунктах. Недостатком указанного симулятора землетрясения является невозможность воспроизведения больших смещений для моделирования длинопериодного землетрясения.

Наиболее близким по техническому решению является симулятор землетрясения (MATSIURA D. et. al. Conceptual Design of a Cable Driven Parallel Mechanism for Planar Earthquake Simulation. The 21 CISM-IFToMM Symposium on Robot Design, Dynamics and Control (ROMANSY2016), 2016, pp. 403-411), состоящий из плоского параллельного механизма с тросовым приводом с четырьмя тросами, соединяющими движущуюся платформу весом примерно 100 кг, включая эквивалентную нагрузку в 40 кг и окружающую статическую раму шириной 3,2×3,2 м для установки управления плоским движением в горизонтальной плоскости, и четыре воздушных подшипника для поддержки платформы с низким коэффициентом трения. Каждый трос приводится в движение механизмом намотки, который приводит трос в движение по спиральному шкиву, прикрепленному к серводвигателю переменного тока мощностью 750 Вт через планетарный редуктором 1:9. Управление симулятором осуществляется через контроллер серводвигателей, связанный с компьютером. Платформа симулятора землетрясения совершает плоскопараллельное движение в горизонтальной плоскости за счет натяжения тросов серводвигателями и тем самым моделируя продольные и поперечные волны землетрясения.

Недостатком данного симулятора землетрясения является сложность и дороговизна конструкции из-за наличия 4-х воздушных подшипников, нестабильная работа которых вызывает проблемы с устойчивостью платформы. Кроме того, симулятор землетрясения воспроизводит сейсмические волны только в горизонтальной плоскости, тогда как для воспроизводства реальной сейсмограммы длинопериодного землетрясения необходимо движение платформы также в вертикальной плоскости.

Целью изобретения является создание простой конструкции симулятора землетрясения, имитирующего реальное длинопериодное землетрясение с вертикальным смещением.

Технический результат достигается тем, что в симуляторе, состоящем из подвижной платформы 1, связанной с серводвигателями с намоточным шкивом 2-5, установленными на горизонтальном неподвижном основании 13, с помощью тросов 7-10, и кроме того подвижная платформа 1 подвешена через связку тросов 12 на тросе 11, который соединен со шкивом серводвигателя со намоточным шкивом 6, установленного над неподвижным основанием 13.

На чертеже показана схема симулятора землетрясения. Симулятор землетрясения состоит из подвижной платформы 1, пяти серводвигателей с намоточным шкивом 2-6, тросов 7-11, связки из четырех тросов 12, неподвижного основания 13, компьютера 14.

Симулятор работает следующим образом. Компьютер 14 при помощи специально разработанной программы выдает сигналы для управления на контроллер серводвигателей 2-6. Серводвигатели 2-5 начинают натягивать тросы 7-10 путем наматывания и разматывания их на шкивы, осуществляя перемещение подвижной платформы 1 горизонтально по осям X, Y, и тем самым имитируя продольные и поперечные волны землетрясения. Для моделирования вертикальных смещений включается серводвигатель 6, который натягивает трос 11, который соединен с подвижной платформой 1 через связку тросов 12 и путем наматывания и разматывания троса 11 на шкив осуществляет перемещение подвижной платформы 1 вертикально по оси Z. Согласованная работа пяти серводвигателей 2-6, которые натягивают тросы 7-11 путем наматывания и разматывания их на шкивы, позволяет осуществить перемещение подвижной платформы 1 по трем осям X, Y, Z и тем самым имитируя реальное землетрясение согласно заданной сейсмограммы.

Достоинством данного симулятора землетрясения на основе пространственного параллельного механизма с тросовым приводом состоит в простоте конструкции (отсутствуют воздушные подшипники) и возможности реализации вертикального перемещения платформы.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Симулятор землетрясения, состоящий из подвижной платформы, связанной с четырьмя серводвигателями с намоточным шкивом, установленными на горизонтальном неподвижном основании с помощью четырех тросов, отличающийся тем, что подвижная платформа подвешена на тросе, который соединен со шкивом дополнительного серводвигателя над неподвижным основанием.

