

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **219996**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **390194**

(51) Int.Cl.
G01P 7/00 (2006.01)
G01L 5/00 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **28.01.2010**

(54) **Sposób identyfikacji prędkości zderzenia, masy oraz energii kinetycznej obiektu uderzającego w przeszkodę i urządzenie do identyfikacji prędkości zderzenia, masy oraz energii kinetycznej obiektu uderzającego w przeszkodę**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

01.08.2011 BUP 16/11

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

31.08.2015 WUP 08/15

(73) Uprawniony z patentu:

**ADAPTRONICA SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Łomianki, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

RAFAŁ WISZOWATY, Cegłów, PL
CEZARY GRACZYKOWSKI, Warszawa, PL
KRZYSZTOF SEKUŁA, Warszawa, PL
JAN HOLNICKI-SZULC, Warszawa, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Anna Bełz

PL 219996 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób identyfikacji prędkości zderzenia, masy oraz energii kinetycznej obiektu uderzającego w przeszkodę i urządzenie do identyfikacji prędkości zderzenia, masy oraz energii kinetycznej obiektu uderzającego w przeszkodę.

Znane jest z amerykańskiego opisu patentowego nr US 6275755, sposób i urządzenie do identyfikacji intensywności uderzenia, składające się z przyspieszeniomierza, układu przetwarzającego sygnał z przyspieszeniomierza i wyznaczającego intensywność uderzenia według ustalonych w opisie reguł oraz z układu sterowania. Układ identyfikacji intensywności uderzenia, w oparciu o analizę sygnału z przyspieszeniomierza, wysyła sygnał sterujący zewnętrznym urządzeniem. Intensywność uderzenia określana jest przez układ identyfikacji na podstawie porównania sygnału określającego wartość przyspieszenia z ustaloną z góry wartością progową, której przekroczenie uruchamia procedurę wyznaczania przebytej drogi oraz osiągniętych gradientów przyspieszeń. Ponadto wyznaczany jest czas narastania sygnału, od niezmierzonej w czasie wartości początkowej do ustalonej z góry wartości progowej oraz rejestrowana jest liczba lokalnych maksimum w przebiegu przyspieszenia, po pierwszym przekroczeniu wartości progowej.

Sposób według wynalazku polega na tym, że przeszkodę wyposaża się w podatny element zmieniający geometrię pod wpływem uderzenia w niego obiektu, na którym to elemencie umieszcza się czujnik siły i czujnik rejestrujący przyspieszenie. Sztywność podatnego elementu dobiera się tak, aby w początkowej fazie uderzenia uzyskać lokalne ekstrema w zależnym od czasu przebiegu siły oddziaływania na przeszkodę uderzającego w nią obiektu, a poza tym, aby wartość tej siły była większa od zera w całym przedziale czasu, w którym dokonuje się pomiaru siły. Warunek dodatniej wartości mierzonej siły kontaktowej zapewnia brak odbić uderzającego obiektu od podatnego elementu przeszkody, co jest korzystne z punktu widzenia minimalizacji czasu procesu identyfikacji masy oraz energii kinetycznej.

Powstały na skutek oddziaływania uderzającego obiektu z podatnym elementem, sygnał z czujnika siły, łączy się w przedziale czasu od pierwszego lokalnego maksimum w przebiegu siły do drugiego lokalnego ekstremum w tym przebiegu, występującego w sytuacji, gdy uderzający w przeszkodę obiekt jest z nią złączony.

Jednocześnie rejestruje się za pomocą czujnika przyspieszenie fragmentu podatnego elementu przeszkody stykającego się z uderzającym obiektem w czasie jego hamowania i dokonuje się całkowania sygnału z czujnika przyspieszenia, w tym samym przedziale czasu jak w przypadku całkowania sygnału z czujnika siły, które jest wykonywane między ekstremami przebiegu siły, a następnie poprzez podzielenie rezultatu otrzymanego z całkowania siły przez otrzymaną z całkowania przyspieszenia zmianę prędkości, wyznacza się masę uderzającego obiektu.

Równolegle z wyznaczeniem masy obiektu określa się jego prędkość, poprzez całkowanie przebiegu wartości przyspieszenia podatnego elementu, w przedziale czasu od chwili zetknięcia się uderzającego obiektu z podatnym elementem do chwili zerowania się pierwszej pochodnej przebiegu siły względem czasu, tej samej, w której zakończono całkowanie przebiegu siły.

Następnie podnosi się do kwadratu otrzymaną prędkość obiektu, mnoży ją przez wartość wyznaczonej masy i dzieli rezultat tego działania przez dwa, uzyskując wartość energii kinetycznej tego obiektu.

Sztywność podatnego elementu przeszkody dobiera się tak, aby w pierwszej fazie uderzenia wystąpiły lokalne ekstrema w przebiegu siły zależnym od czasu oraz aby maksymalna wartość siły osiągnięta w pierwszym lokalnym maksimum jej przebiegu, była mniejsza od wartości siły, otrzymanej w wyniku podzielenia wartości rozpraszanej w procesie hamowania uderzającego w przeszkodę obiektu energii kinetycznej, przez maksymalną wartość ugięcia podatnego elementu przeszkody. Poza tym w przypadku braku kontaktu między obiektem uderzającym a przeszkodą, stwierdzonego na podstawie zerowania się wartości siły, występującego w momencie osiągnięcia pierwszego lokalnego minimum, całkowania przebiegów siły i przyspieszenia są kontynuowane do kolejnego lokalnego maksimum w przebiegu siły.

Sposób według wynalazku pozwala na identyfikację energii uderzenia przy najkrótszym możliwym do uzyskania czasie działania, przy czym dla realizacji sposobu nie jest wymagana instalacja czujników na uderzającym w przeszkodę obiekcie, którego prędkość i masa są identyfikowane. Opisana metoda nie wymaga użycia czujników prędkości, zaś zastosowanie podatnego elementu jako

sondy pomiarowej pozwala na zintegrowanie układu identyfikacji z układem rozpraszania energii kinetycznej uderzenia.

Przedmiotem wynalazku jest także urządzenie do identyfikacji prędkości zderzenia, masy oraz energii kinetycznej uderzającego w przeszkodę obiektu. Według wynalazku przeszkoda jest wyposażona w podatny element, pośredniczący w zderzeniu, na którym umieszczony jest czujnik siły i czujnik przyspieszenia. Czujnik siły jest połączony z układem wykrywania lokalnych ekstremów w przebiegu siły oraz detekcji zetknięcia się obiektu z podatnym elementem przeszkody. Wykrycie chwili zetknięcia się obiektu z podatnym elementem przeszkody przez moduł wykrywania lokalnych ekstremów, następuje po przekroczeniu ustalonej uprzednio wartości progowej. Wyjścia tego modułu są połączone z wejściami sterującymi działaniem układów całkujących. Pierwszy z nich wyznacza zmiany prędkości poprzez całkowanie przebiegu przyspieszenia. Drugi układ wyznacza impuls siły poprzez całkowanie przebiegu siły. Wyjścia układów całkujących są połączone z wejściami układu dzielącego, zaś układ całkujący, wyznaczający wartość impulsu siły, posiada drugie wejście połączone z wyjściem czujnika siły. Układ całkujący przebieg przyspieszenia posiada wejście, które jest połączone z wyjściem czujnika przyspieszenia.

Układ całkujący przebieg przyspieszenia posiada wyjście połączone z modułem wyznaczającym energię kinetyczną, posiadającym również wejście połączone z wyjściem układu dzielącego.

Przedmiot wynalazku jest dodatkowo wyjaśniony w przykładzie wykonania zilustrowanym na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia schematycznie uderzający obiekt oraz przeszkodę wyposażoną w element podatny, Fig. 2 przedstawia schemat układu wyznaczającego energię kinetyczną uderzającego obiektu, a Fig. 3 przykładowy przebieg siły hamowania.

P r z y k ł a d.

Zbliżający się do nieruchomej przeszkody **P**, obiekt **UO**, o nieznannej masie i prędkości, uderza w zderzak **Z**, osadzony suwliwie w absorberze **DEU** elementu **T**, który wyposażony jest w czujnik siły **F** i czujnik przyspieszenia **a_p**. Sztywność zderzaka **Z** elementu **T**, osadzonego podatnie na przeszkodzie **P** została tak dobrana, aby w pierwszej fazie uderzenia wystąpiły lokalne ekstrema w przebiegu siły, a w procesie hamowania nie występował brak kontaktu uderzającego obiektu **UO** ze zderzakiem **Z**. Fig. 3 przedstawia wykres przebiegu siły dla omawianego przykładu. W momencie zetknięcia się obiektu **UO** ze zderzakiem **Z** elementu **T** przeszkody **P** następuje rozpoznanie przez moduł **S**, wykrywający w sygnale czujnika siły **F** wzrost jej wartości powyżej poziomu ustalonej z góry wartości progowej. Przebieg siły hamowania zostaje scałkowany w przedziale czasu od pierwszego lokalnego maksimum do następującego po nim lokalnego minimum w tym przebiegu. Zarejestrowany sygnał z czujnika przyspieszenia **a_p** mierzącego przyspieszenie elementu **T**, którego zderzak **Z** jest w styku z uderzającym obiektem **UO** w czasie hamowania tego obiektu, jest ponadto całkowany, w tym samym przedziale czasu, w jakim dokonuje się całkowania przebiegu siły.

Masę obiektu **UO** wyznaczono poprzez podzielenie impulsu siły, będącego wynikiem całkowania siły przez wynik całkowania przyspieszenia, równy zmianie prędkości obiektu **UO**, jaka nastąpiła w przedziale czasu, na którym wykonano całkowania. Jednocześnie z wyznaczeniem masy obiektu **UO** wyznaczono jego prędkość, całkując przebieg wartości przyspieszenia elementu **T** przeszkody **P** w przedziale czasu od chwili zetknięcia się obiektu **UO** ze zderzakiem **Z**, do chwili zerowania się pierwszej pochodnej przebiegu siły względem czasu – do tej samej chwili, w której zakończono całkowanie przebiegu siły.

Podnosząc otrzymaną prędkość obiektu **UO** do drugiej potęgi, mnożąc wynik tego działania przez jego masę i dzieląc przez dwa, uzyskano w rezultacie wartość energii kinetycznej obiektu **UO**.

Jak pokazano na rysunku Fig. 1, na przeszkodzie **P** jest absorber **DEU**, w którym osadzony jest suwliwie w sposób podatny element **T** ze zderzakiem **Z**, mający możliwość przemieszczania się wzdłuż kierunku ruchu obiektu **UO** uderzającego w przeszkodę **P**. Na elemencie **T** umieszczony jest czujnik siły **F** i czujnik przyspieszenia **a_p**. Zgodnie z rysunkiem Fig. 2 wyjście z czujnika siły **F** jest połączone z modułem **S**, wykrywającym w przebiegu siły przekroczenie ustalonej z góry wartości progowej oraz lokalne ekstrema, zaś wyjścia modułu **S** są połączone z wejściami układu całkującego **UC_a** i wejściami układu całkującego **UC_F**, których wyjścia są połączone z wejściami układu dzielącego **DZ**. Wejście układu całkującego **UC_F** jest połączone z czujnikiem siły **F**, natomiast wejście układu całkującego **UC_a** jest połączone z wyjściem czujnika przyspieszenia **a_p**. Układ całkujący przebieg przyspieszenia **UC_a** posiada wyjście połączone z wejściem modułu **E_k**, którego drugie wejście jest połączone z wyjściem układu dzielącego **DZ**. Moduł **E_k** do wyznaczania energii kinetycznej ruchu postępowego uderzającego obiektu **UO** posiada wyjście do połączenia z modułem, nie pokazanym na rysunku, wykonującym dalsze operacje.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób identyfikacji prędkości zderzenia, masy oraz energii kinetycznej obiektu uderzającego w przeszkodę, **znamienny tym**, że przeszkodę wyposaża się w element podatny posiadający czujnik siły oraz czujnik przyspieszenia i przeprowadza się pomiar przebiegu siły oddziaływania tego obiektu na element podatny przeszkody oraz pomiar przyspieszenia części elementu podatnego przeszkody stykającej się z uderzającym obiektem, przy czym sygnał z czujnika siły całkuje się w przedziale czasu od pierwszego lokalnego maksimum w przebiegu siły, do drugiego lokalnego ekstremum w przebiegu siły, występującego w sytuacji, gdy uderzający w przeszkodę obiekt jest z nią złączony, a ponadto dokonuje się całkowania sygnału z czujnika przyspieszenia, w tym samym przedziale czasu jak w przypadku całkowania sygnału z czujnika siły, a następnie poprzez podzielenie rezultatu, otrzymanego z całkowania siły, przez otrzymaną z całkowania przyspieszenia zmianę prędkości, wyznacza się masę obiektu uderzającego, a równolegle z wyznaczeniem masy obiektu określa się jego prędkość, poprzez całkowanie przebiegu wartości przyspieszenia podatnego elementu w przedziale czasu od chwili zetknięcia się obiektu uderzającego z podatnym elementem przeszkody do chwili, gdy pierwsza pochodna przebiegu siły względem czasu zeruje się, to jest tej samej, w której zakończono całkowanie przebiegu siły, a w następnej kolejności wyznacza się energię kinetyczną poprzez podniesienie do kwadratu wyznaczonej prędkości obiektu, pomnożenie rezultatu tego działania przez wartość otrzymanej masy obiektu i podzielenie przez dwa.

2. Sposób według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że dobiera się sztywność podatnego elementu przeszkody tak, aby w pierwszej fazie uderzenia wystąpiły lokalne ekstrema w przebiegu siły zależnym od czasu oraz aby maksymalna wartość siły osiągnięta w pierwszym lokalnym maksimum jej przebiegu, była mniejsza od wartości siły, otrzymanej w wyniku podzielenia wartości, rozpraszanej w procesie hamowania uderzającego w przeszkodę obiektu, energii kinetycznej przez maksymalną wartość ugięcia podatnego elementu przeszkody.

3. Sposób według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że w przypadku braku kontaktu między obiektem uderzającym a przeszkodą, stwierdzonego na podstawie zerowania się wartości siły, występującego w momencie osiągnięcia pierwszego lokalnego minimum, całkowania przebiegów siły i przyspieszenia są kontynuowane do kolejnego lokalnego maksimum w przebiegu siły.

4. Urządzenie do identyfikacji prędkości zderzenia, masy oraz energii kinetycznej obiektu uderzającego w przeszkodę, posiadające czujnik przyspieszenia i czujnik siły, **znamiennie tym**, że na przeszkodzie (**P**) jest zamocowany w sposób podatny element (**T**) zakończony zderzakiem (**Z**) wykonanym z materiału o sprężystej charakterystyce, przy czym na elemencie (**T**) umieszczony czujnik siły (**F**) oraz czujnik przyspieszenia (**a_p**), gdzie czujnik siły (**F**) jest połączony z modułem (**S**) wykrywającym w przebiegu siły przekroczenie ustalonej z góry wartości progowej oraz lokalne ekstrema, przy czym wyjścia modułu (**S**) są połączone z wejściami układu całkującego (**UC_a**) i układu całkującego (**UC_F**), których wyjścia z kolei są połączone z wejściami układu dzielącego (**DZ**), zaś drugie wejście układu całkującego (**UC_F**) jest połączone z czujnikiem siły (**F**), a ponadto drugie wejście układu całkującego (**UC_a**) jest połączone z wyjściem czujnika przyspieszenia (**a_p**) oraz układ całkujący (**UC_a**) posiada wyjście połączone z modułem (**E_k**), posiadającym także wejście podłączone do wyjścia układu dzielącego (**DZ**), przy czym moduł (**E_k**) posiada wyjście do połączenia z modułem wykonującym dalsze operacje w oparciu o informację zawartą w sygnale pochodzącym z modułu (**E_k**).

Rysunki

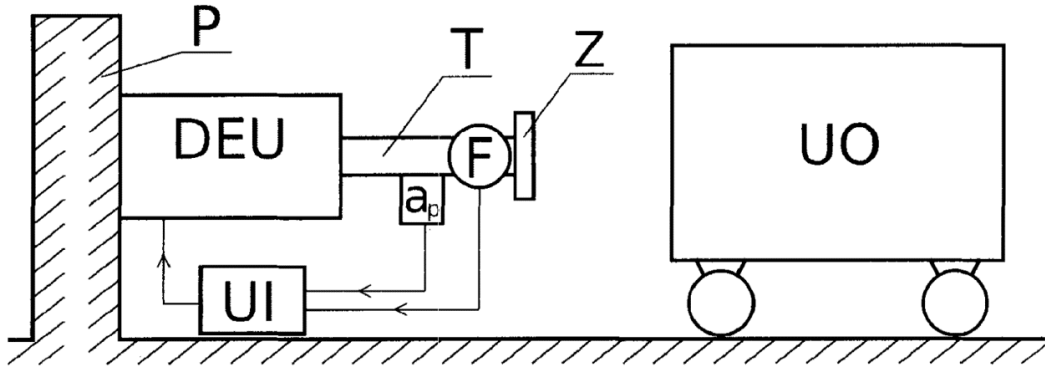


Fig. 1

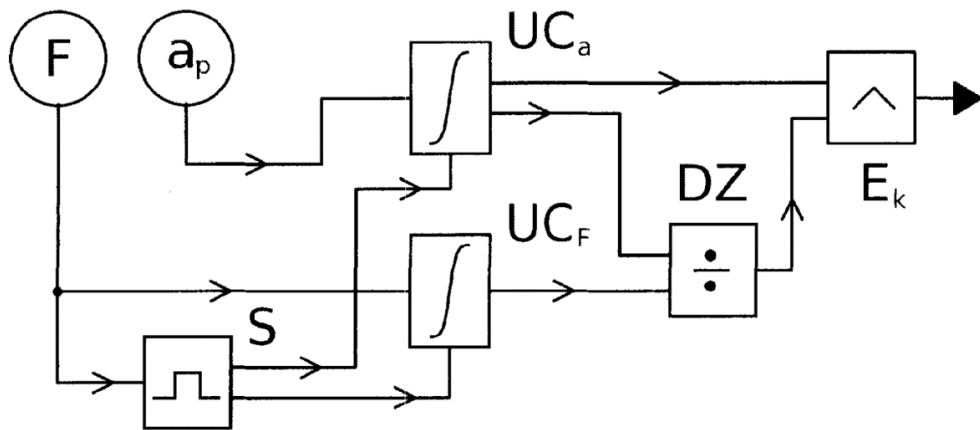


Fig. 2

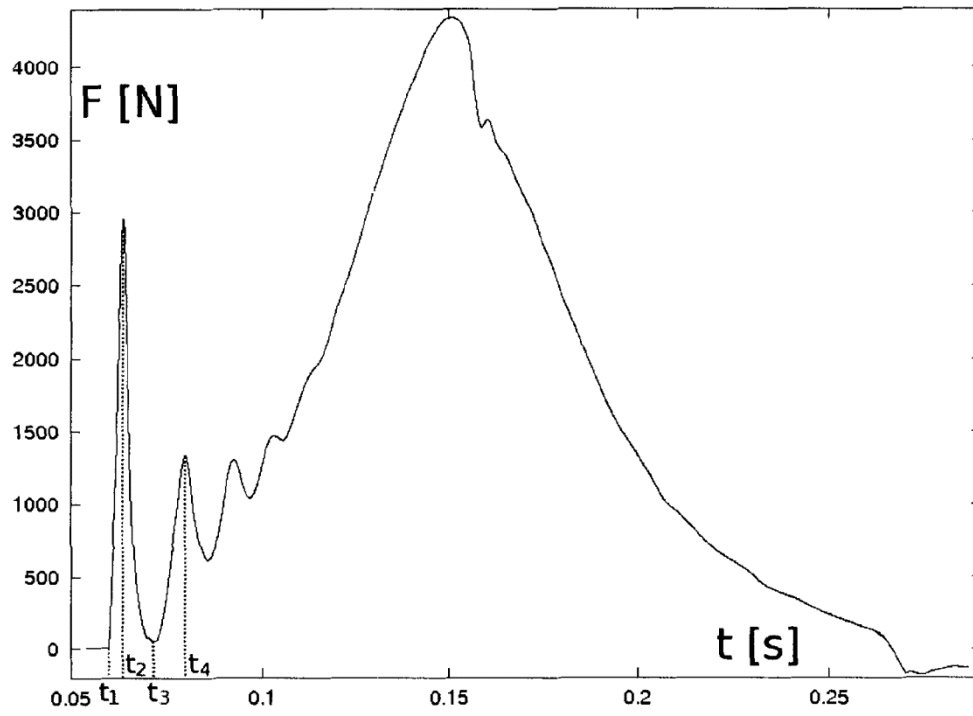


Fig. 3