

НОВАЯ ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО УСТОЙЧИВОСТИ КОЛЁСНЫХ МАШИН

**Полянский А.С., д.т.н., проф., Задорожная В.В. к.т.н., доц.,
Переверзева Л.Н., ст. преп.**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени Петра Василенко*

Исследована точность трёх координатных датчиков пьезоэлектрического типа при оценке ускорений контрольно-измерительной системы. Обоснованы требования по монтажу этих датчиков на колёсной машине с шарнирно-сочленённой рамой. Разработан алгоритм установки датчиков ускорения в нулевую отметку, который позволяет снизить погрешность оценки ускорений с 3% до 1%.

Введение. Значительную часть технологических операций, (до 40%), современные колесные машины выполняют на склонах, а выбор скорости движения определяет условия и режимы их нагружения. Повышение скорости движения колесной машины, неровности рельефа поля, на котором выполняются эти операции, создают опрокидывающий момент, влияющий на устойчивость движения.

Важной научной задачей является точность оценки величины момента опрокидывания колесных машин, работающих на поперечном уклоне. Разработка устройства регистрирующего это внешнее возмущение поможет оператору принять решение, в виде снижения подачи топлива в двигателе, а, следовательно, уменьшения скорости движения колесной машины.

Анализ публикаций. Выполнение транспортно-технологических операций на уклонах оказывает большое влияние на динамические и тяговые качества, устойчивость и управляемость колесных машин. Полевые дороги между обрабатываемыми участками обычно проходят по неудобным землям, где уклоны как вдоль, так и поперек дороги, могут быть круче обрабатываемых склонов.

Исследованиями установлено, что склоны могут быть различной ровности. Одни близки к наклонной плоскости, другие представляют вогнутую поверхность, третьи выпуклую или ступенчатую. Для них характерно обилие микронеровностей, впадин или выступающих камней.

Работе колесных машин на уклонах посвящены публикации [1,2], в которых рассматриваются различные факторы устойчивости при выполнении транспортно-технологических операций.

Проведенными нами исследованиями установлено, что безопасность использования колесных машин, можно повысить, если разработать систему, которая может фиксировать критическую точку, т.е. вектор силы центра масс, когда она выходит за пределы опорной поверхности. Поэтому, исследования

точности оценки результатов динамических свойств и их влияние на момент опрокидывания, являются актуальными.

Целью работы является повышение точности оценки результатов работы колесной машины при выполнении транспортно-технологических работ на уклоне, обеспечивающих ее безопасное использование.

Для проведения экспериментальных исследований выбирали участки со склоном больше 30, а в качестве объекта исследования была выбрана колесная машина, трактор Т-150К, который используется в качестве силового агрегата при выполнении транспортно-технологических операций рис. 1.

Подготовка к проведению экспериментальных исследований заключалась в следующем: обоснование структуры и схемы измерения ускорений транспортного средства при движении на уклоне, установка датчиков, настройка и проверка бортового контрольно-измерительного комплекса системы измерений, запись и анализ информации для дальнейших исследований.

На колесную машину с шарнирно-сочлененной рамой устанавливаются специальные 4 датчика ускорений Freescale Semiconductor модели MMA7260QT, которые измеряют линейные ускорения.



Рис. 1 – Объект исследования

С помощью соединительных кабелей, длина которых составила 7 метров, датчики линейных ускорений соединены с ПЭВМ для снятия и архивации данных. Даная конструкция и представляет собой бортовую контрольно-измерительную систему (рис. 2).

Для повышения точности измерений датчиков линейных ускорений в ходе эксперимента была проведена оценка влияния длины соединительных кабелей и температуры окружающей среды на точность измерений ускорений.

Экспериментом установлено, что наибольшее влияние на точность измерения ускорений имеет температура окружающей среды (погрешность измерений может достигать 5% при изменении температуры на каждые 100С), а длина шнуров (до 12 м) бортовой контрольно-измерительной системы не оказывает существенного влияния (погрешность измерений до 1%).



Рис. 2 - Бортовая контрольно-измерительная система.

При настройке системы измерения использовалось специальное приспособление для установки датчиков в нулевую отметку. Спроектированное устройство повышает точность установки датчиков ускорений при эксплуатационных испытаниях и содержит установочный блок 1, коромысло 2, рамку 3, регулировочные винты коромысла 4 и рамки 5 для датчиков ускорения 6 (рис. 3) [4].

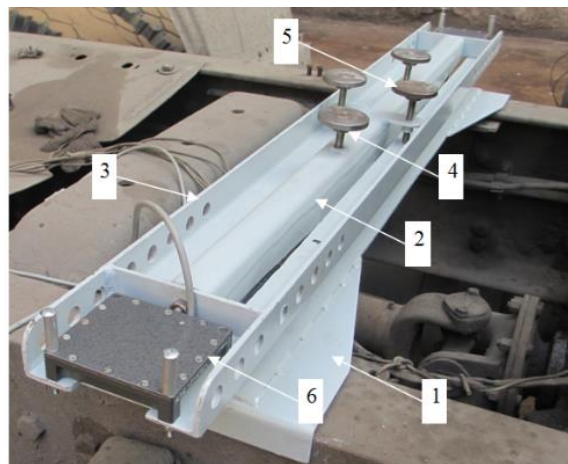


Рис. 3 - Приспособление для установки датчиков в нулевую отметку

Измерительная система и приспособление для установки датчиков в нулевую отметку образуют мобильно - измерительный комплекс определения предельного угла положения машины на поперечном уклоне, который работает за схемой (рис.4) [3].

Алгоритм работы пьезоэлектрического датчика. Во время движения неровностями возникают динамические нагрузки за счет взаимного перемещения передней 1 и задней 2 полурамы в вертикальной плоскости. Установленные демпфирующие элементы 5 создают усилие, которое направлено на выравнивание положения полурамы и уменьшения их скорости относительно перемещения. Это позволяет повысить поперечную устойчивость колесных машин с шарнирно-сочлененной рамой во время движения по неровностям.



Рис. 4 - Схема обеспечения безопасного использования мобильных машин методом парциальных ускорений

При установке приспособления на раме транспортного средства, а датчиков ускорений – на его рамке повышается достоверность результатов испытаний и существенно уменьшается погрешность измерений, за счет ввода автоматической поправки на неточность установки датчиков ускорений относительно осей средств транспорта, подтвержденную математическим путем [4]:

$$a_{z1} = a_z \frac{\sqrt{1 + \frac{a_x^2}{a_z^2} + \frac{a_y^2}{a_z^2}}}{\sqrt{1 + \left(\frac{1 + \frac{a_z}{a_x} \operatorname{tg} \alpha}{\frac{a_z}{a_x} - \operatorname{tg} \alpha} \right)^2 + \left(\frac{1 + \frac{a_z}{a_y} \operatorname{tg} \beta}{\frac{a_z}{a_y} - \operatorname{tg} \beta} \right)^2}} = a_z \delta_z \quad (1)$$

Во время проведения экспериментальных исследований трактор прямолинейно двигался на уклон, с уклона и вдоль уклона на участках с разными дорожными условиями.

В процессе движения, бортовая контрольно-измерительная система регистрировала следующие параметры:

- код АЦП по оси OX (для перевода в продольные ускорения a_X);
- код АЦП по оси OY (для перевода в боковые ускорения a_Y);
- код АЦП по оси OZ (для перевода в вертикальные ускорения a_Z).

С помощью разработанной программы, обрабатывались полученные в ходе эксперимента, значения продольных, боковых и вертикальных ускорений, относительная погрешность которых не превышает 3-х%.

Анализ полученных экспериментальных данных показывает, что в процессе движения, на поперечном уклоне, трактора Т-150К возникают боковые ускорения, т.е. машина находится в зоне неустойчивого движения.

Выводы. 1. Исследованиями установлено, что точность измерений при использовании трёх координатных датчиков пьезоэлектрического типа при

оценке ускорений контрольно-измерительной системы повышается.

2. Обоснованы требования по монтажу этих датчиков на колёсной машине с шарнирно-сочленённой рамой. Разработан алгоритм установки датчиков ускорения в нулевую отметку, который позволяет снизить погрешность оценки ускорений с 3% до 1%.

Список используемой литературы

1. Коновалов В.Ф. Динамическая устойчивость тракторов. - М.: Машиностроение, 1981. - 144с, ил.
2. Подригало М.А., Полянский А.С., Клец Д.М., Дубинин Е.А, Задорожная В.В. Разработка метода градуировки датчиков линейных ускорений бортовой контрольно-измерительной системы средств транспорта. // Матеріали науково-практичної конференції «Проблеми розвитку, удосконалення та експлуатації озброєння та військової техніки у внутрішніх військах МВС України» 29 листопада 2012 року.- С. 19-22.
3. Задорожная В.В. Повышение безопасности использования колесных машин при выполнении транспортных работ на поперечном уклоне: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20/ В.В. Задорожная. - Харьков, 2014. – 20с.
4. Подригало М.А., Полянский А.С., Клец Д.М., Дубинин Е.А, Артемов Н.П., Задорожная В.В. Пути точности измерений ускорений мобильных машин путем снижения монтажной погрешности датчиков.

Аннотация

НОВА ЕЛЕМЕНТНА БАЗА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПО СТІЙКОСТІ КОЛІСНІ МАШИНИ

Полянський О.С., Задорожна В.В., Переверзева Л. М.

Досліджено точність трьох координатних датчиків п'єзоелектричного типу при оцінці прискорень контрольно-виміральної системи. Обґрунтовано вимоги по монтажу цих датчиків на колісній машині з шарнірно-зчленованою рамою. Розроблено алгоритм установки датчиків прискорення в нульову позначку, який дозволяє знизити похибка оцінки прискорень з 3% до 1%.

Abstract

NEW ELEMENT BASE EXPERIMENTAL RESEARCH ON STABILITY WHEELED VEHICLES

A. Polyansky, V. Zadorozhnyaya, L. Pereversev

Accuracy of the three coordinate piezoelectric type sensors in the evaluation of the acceleration test and measurement systems. Reasonable requirements for installation of the sensors on the wheel machine with Articulated frame. A sensor installation algorithm acceleration zero mark, which reduces the acceleration error estimation from 3% to 1%.