

**Полянський А.С.,
Задорожня В.В.,
Кириєнко Н.М.,
Переверзева Л.Н.**
*Харківський національний
технічний університет сільськогосподарського
хозяйства імені Петра Василенка*
E-mail: khadi.pas@gmail.com

Дьяконов В.И.
*Луганський національний
агроуніверситет*
E-mail: v.i.diakonov@gmail.com

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА ТРАКТОРИСТА ПРИ РАБОТЕ НА УКЛОНАХ

УДК 629.017

DOI 10.37700/ts.2020.21.87-91

Полянський А.С., Задорожня В.В., Кириєнко Н.М., Переверзева Л.Н., Дьяконов В.И. «Обеспечение требований охраны труда тракториста при работе на уклонах»

Обоснован и разработан способ контроля предельных и допустимых углов наклона тракторов, работающих на уклоне до момента отрыва колеса. Предложен прибор, который, реагируя на нормальную реакцию колеса приближающуюся к нулю, сигнализирует оператору о достижении предельных или допустимых углов наклона трактора

Применение разработанного метода на практике позволяет выполнить одно из основных требований охраны труда тракториста - обеспечить безопасность эксплуатации трактора при выполнении работ на полях сложного ландшафта.

Ключевые слова: *охрана труда, работа на уклоне, тракторист, безопасная эксплуатация., сложный ландшафт.*

Полянський О.С., Задорожня В.В., Кірієнко Н.М., Переверзева Л.М., Д'яконов В.І. «Забезпечення вимог охорони праці тракториста при роботі на ухилах»

Обґрунтовано та розроблено спосіб контролю граничних і допустимих кутів нахилу тракторів, що працюють на ухилі до моменту відриву колеса. Запропоновано прилад, який, реагуючи на нормальну реакцію колеса наближається до нуля, сигналізує оператору про досягнення граничних або допустимих кутів нахилу трактора

Застосування розробленого методу на практиці дозволяє виконати одну з основних вимог охорони праці тракториста - забезпечити безпеку експлуатації трактора при виконанні робіт на полях складного ландшафту.

Ключові слова: *охорона праці, робота на ухилі, тракторист, безпечна експлуатація., складний ландшафт.*

A. S. Polyansky, V. V. Zadorozhnyaya, N.M. Kirienko, L. N. Pereverzeva, V.I. Dyakonov "Ensuring the safety requirements of the tractor driver when working on slopes"

Abstract: a method for controlling the maximum and Permissible tilt angles of tractors operating on a slope up to the moment of wheel separation is substantiated and developed. A device is proposed that, reacting to the normal reaction of the wheel approaching zero, signals the operator to reach the maximum or permissible angles of inclination of the tractor

The application of the developed method in practice allows you to fulfill one of the main requirements for labor protection of a tractor driver - to ensure the safety of tractor operation when performing work in the fields of a complex landscape.

Keywords: *labor protection, work on a slope, tractor driver, safe operation., Difficult landscape.*

Введение

Значительную часть технологических операций, (до 40%), современные колесные машины выполняют на склонах. Повышение скорости движения колесной машины, неровности рельефа поля, на котором выполняются эти операции, создают опрокидывающий момент, нарушая требования охраны труда тракториста – обеспечить её безопасную эксплуатацию.

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.

Эти факторы должны найти отражение в рекомендациях по охране труда тракториста при выполнении работ на полях сложного ландшафта.

Анализ последних достижений и публикаций

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

Ряд авторов в своих работах [3,4] подчеркивают, что процесс бокового опрокидывания шарнирно-сочлененных машин характеризуется не только взаимодействием колес с опорной поверхностью, но и взаимным расположением секций, связанных вертикальным шарниром.

В исследованиях В.Ф. Коновалова [1], оценка устойчивости к опрокидыванию проводится с энергетической точки зрения по обобщенному критерию ρ_y , характеризующему запас устойчивости:

$$\rho_y = 1 - \frac{\mathcal{E}_{\text{стаб}}}{\mathcal{E}_{\text{опр}}} \quad (1)$$

где $\mathcal{E}_{\text{стаб}}$ - энергия стабилизирующих сил;

$\mathcal{E}_{\text{опр}}$ - энергия, необходимая для опрокидывания трактора.

В случае, если вращение трактора возникает от падения или внезапного поднятия одного из бортов трактора, то условие устойчивости рассматривают в виде:

$$G_T \cdot \Delta h_n \geq \frac{1}{2} J_{OT} \cdot \omega_{OT} \quad (2)$$

В результате оценки определяется угол склона $\gamma_{\text{скл}}$, где внезапный наезд на неровность не приводит к опрокидыванию. При этом связь угловой скорости ω_{OT} опрокидывания трактора с поступательной $v_{\text{тр}}$ принимается прямопропорциональной.

Указанную связь можно рассматривать при малых скоростях движения, когда можно пренебречь деформацией шин, подвески и опорной поверхности, а также при условии копирования трактором профиля неровностей дороги.

Таким образом, при исследованиях устойчивости изучалось опрокидывание тракторов от частных возмущений, для упрощения математического описания неровностей принимались определенные геометрические формы, а для получения решений задавались неизменные переменные во времени и пространстве граничные условия. Поэтому решение задач, связанных с определением параметров и повышением поперечной устойчивости положения таких машин моделированием взаимосвязи возмущенного и невозмущенного состояния движения, является актуальным.

Цель и постановка задачи

Целью работы является улучшение условий труда, повышение безопасности использования тракторов, на основе исследования момента отрыва колеса при движения на уклоне и по неровностям случайного профиля опорной поверхности.

Известно, что поперечная устойчивость большегрузных автомобилей и колесных тракторов значительно меньше, чем поперечная устойчивость других дорожных транспортных средств и в значительной степени зависит от габаритных размеров и веса.

При оценке устойчивости против опрокидывания критерием является предельный угол устойчивости положения, в нашем примере, в поперечной плоскости [2].

На рисунке 1 предьявлена схема сил, действующих на колесную машину в поперечной плоскости при движении на боковом уклоне.

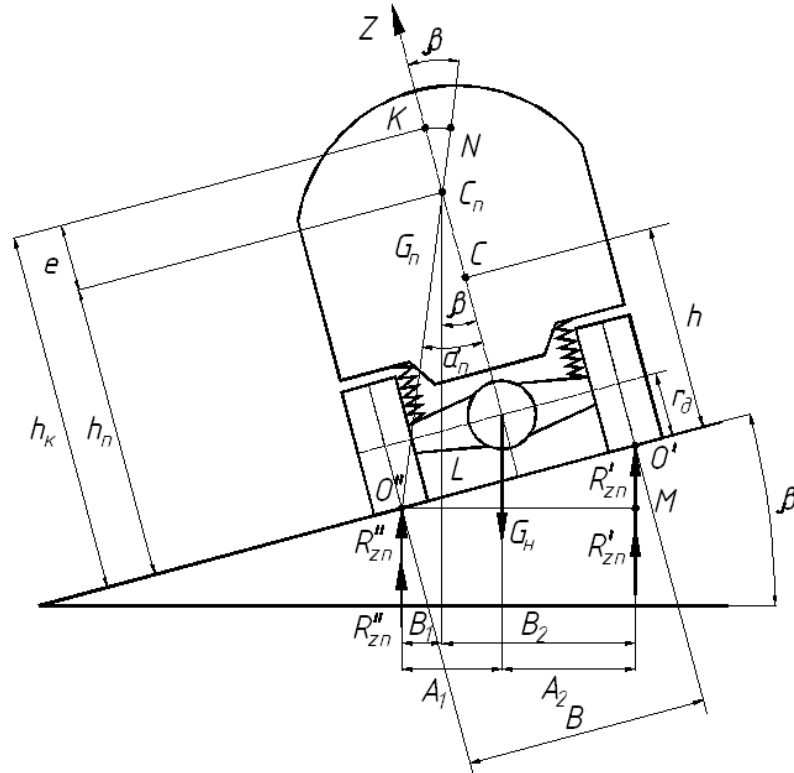


Рис. 1 Схема сил, действующих на колесную машину в поперечной плоскости

Колесная машина представлена в виде двухмассовой модели. Вес неподрессоренных масс сосредоточен в точке C_n (обозначен G_H), прдрессоренных масс - в точке C (обозначен G_{II}). При этом $G = G_H + G_{II}$.

Общие реакции на левых R''_Z и правых R'_Z колесах будут равны соответственно

$$R''_Z = R''_{ZH} + R''_{ZII}, \quad (3)$$

$$R'_Z = R'_{ZH} + R'_{ZII}. \quad (4)$$

Причем

$$G_{II} = R'_{ZII} + R''_{ZII}, \quad (5)$$

$$G_H = R'_{ZH} + R''_{ZH} \quad (6)$$

Исследованиями [4] установлено, что

$$R'_Z = R'_{ZH} + R'_{ZII} = G_H \left(0,5 - \frac{r_d}{B} \operatorname{tg} \beta\right) + \\ + 0,5G_{II} \left[1 - \frac{G}{G_{II}} \cdot \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha_0} - \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha_0} + \frac{2r_d}{B} \cdot \frac{G_H}{G_{II}} \operatorname{tg} \beta\right]. \quad (7)$$

Выполнив преобразования, получим зависимость реакции на правом колесе в поперечной плоскости от величины предельного угла устойчивости

$$R'_z = 0,5G(1 - \frac{tg\beta}{tg\alpha_0}). \quad (8)$$

Формула (8) показывает, что если угол уклона опорной поверхности будет равен углу начала отрыва колеса, то есть $\beta = \alpha_0 \rightarrow R'_z = 0$, тогда начнётся процесс опрокидывания. Эта ситуация является предельно допустимой если отсутствуют какие-либо другие динамические нагрузки при движении колесной машины. В случае нарушения данного условия произойдет аварийная ситуация - опрокидывание.

В процессе движения машины при выполнении технологической операции, будут меняться величины уклона наклона и их соотношение с различными углами статической устойчивости, образуя зону безопасного использования этой машины.

С использованием полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований, по обеспечению поперечной устойчивости колесных машин при движении на уклоне и неровностям опорной поверхности, разработана бортовая контрольно - измерительная система, которая базируется на приборе ПЗФ - 2К (рис. 2).

Предложенный прибор, реагируя на отрыв колеса при движении по неровной дороге, сигнализирует оператору о превышении угла наклона, что заставляет его, включится в процесс управления. Предупреждение в виде световой сигнализации и надписи «Угол наклона допустимый», «Угол наклона предельный X или Y», которое поступает от установленных датчиков положения контрольно - измерительного комплекса, требуют от оператора принять решение о переходе на безопасный режим движения, тем самым, повышая безопасность движения колесных машин с шарнирно-сочлененными рамами.



Рис. 2 . Общий вид прибора ПЗФ- 2К: а) « Угол наклона допустимый»; б) «Угол наклона предельный X или Y».

Использование предложенной контрольно-измерительной системы показало, что наличие информации о диапазоне углов, характеризующих приближение момента отрыва колеса в виде допустимого и предельного недостаточно для принятия оператором рационального решения по предотвращению опрокидывания.

Следует доработать эту систему путём выведения на экран текущего значения углов наклона машины в режиме реального времени работы, сохранив при этом световую сигнализацию допустимого (зелёный свет) и предельного (красный свет) значения этих углов.

Выводы

1. Разработан перспективный способ контроля текущих углов наклона мобильных машин, работающих на уклоне до момента отрыва колеса с использованием метода парциальных ускорений.
2. Предложена конструкция прибора для мониторинга момента отрыва колеса, определяющего устойчивое положения машины. Применение разработанного метода на практике позволяет получить оценку параметра устойчивости машины в реальном времени и обеспечить безопасность её эксплуатации

Список використаних джерел

1. Коновалов В. Ф. Динамическая устойчивость тракторов. / В. Ф. Коновалов - М.: Машиностроение, 1981.- 144 с.
2. Задорожня В.В. Повышение безопасности использования колесных машин при выполнении транспортных работ на поперечном уклоне: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20/ В.В. Задорожня. - Харьков, 2014. – 20с.
3. Пospelov Ю. А. Оценка устойчивости тракторов и тракторных поездов. / Ю.А. Пospelov, Р.А. Левин А.В. Галаган //.– Тракторы и с. - х. машины - . 2003. - № 1. С 20-21.
4. Боклаг В. М. Анализ общей устойчивости шарнирно-сочленённых машин: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец.: 05.05.03 / В. М Боклаг. – Х., 1964. - 22 с.

References

1. Konovalov VF Dynamic stability of tractors. / V.F.Konovalov - M .: Mechanical Engineering, 1981. - 144 p.
2. Zadorozhnyaya V.V. Increasing the safety of the use of wheeled vehicles when performing transport operations on a cross-slope: author. dis. ... Cand. tech. Sciences: 05.22.20 / V.V. Zadorozhnaya. - Kharkov, 2014 .-- 20p.
3. Pospelov Yu. A. Assessment of the stability of tractors and tractor trains. / Yu.A. Pospelov, R.A. A.V. Levin Galagan //.– Tractors and s. - x. cars - . 2003. - No. 1. S 20-21.
4. Boklag VM Analysis of the general stability of articulated machines: author. dis. ... Cand. tech. Sciences: spec .: 05.05.03 / V. M Boklag. - H., 1964 .-- 22 p.