

Научная статья

УДК 631.372

EDN RBUGLN

Особенности движения гусеничного энергетического средства на склоне

Сергей Васильевич Щитов¹, доктор технических наук, профессор
Зоя Федоровна Кривуца², доктор технических наук, профессор
Елена Сергеевна Поликутина³, кандидат технических наук, доцент
^{1, 2, 3} Дальневосточный государственный аграрный университет
Амурская область, Благовещенск, Россия
¹ shitov.sv1955@mail.ru, ² zfk20091@mail.ru, ³ e.polikytina@mail.ru

Аннотация. Движение гусеничных энергетических средств по поверхностям, имеющим угол наклона, отличается от движения по горизонтальному участку. Авторами показано, что это обусловлено силами, которые воздействуют на энергетические средства, с учетом тягового усилия, создаваемого прицепным орудием. В этой связи обосновывается, что при работе машинно-тракторных агрегатов в данных условиях необходимо учитывать произвольный поворот энергетического средства.

Ключевые слова: трактор, тяговое усилие, поворот, точка прицепа, силы, смещение точки прицепа

Для цитирования: Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Поликутина Е. С. Особенности движения гусеничного энергетического средства на склоне // Актуальные вопросы энергетики в АПК : материалы всерос. (нац.) науч.-практ. конф. (Благовещенск, 19 декабря 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 241–246.

Original article

Features of the movement of a tracked energy vehicle on a slope

Sergey V. Shchitov¹, Doctor of Technical Sciences, Professor
Zoya F. Krivutsa², Doctor of Technical Sciences, Professor
Elena S. Polikutina³, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
^{1, 2, 3} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia
¹ shitov.sv1955@mail.ru, ² zfk20091@mail.ru, ³ e.polikytina@mail.ru

Abstract. The movement of tracked energy vehicles on surfaces having an angle of inclination differs from movement along a horizontal section. The authors show that this is due to the forces that affect the energy resources, taking into account the traction force generated by the trailed implement. In this regard, it is proved that

when operating machine-tractor units in these conditions, it is necessary to take into account the involuntary rotation of the power tool.

Keywords: tractor, traction, turning, trailer point, forces, trailer point displacement

For citation: Shchitov S. V., Krivutsa Z. F., Polikutina E. S. Features of the movement of a tracked energy vehicle on a slope. Proceedings from Current issues of energy in the agro-industrial complex: Vserossiiskaya (natsional'naya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya. (PP. 241–246), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

Эффективность работы любого машинно-тракторного агрегата во многом зависит от объема выполненных работ или от величины его производительности. Как показали проведенные исследования, на величину производительности машинно-тракторного агрегата большое влияние оказывают тягово-сцепные свойства энергетического средства, которые напрямую зависят от сцепного веса [1–3].

При движении машинно-тракторного агрегата, состоящего из гусеничного энергетического средства и прицепной машины, на основании ранее проведенных исследований, действуют ряд сил, которые оказывают влияние на прямолинейность движения [4–6]:

- 1) составляющая сила тяжести энергетического средства, которая направлена параллельно опорному основанию и направленная вниз по склону;
- 2) вертикальная составляющая относительно опорного основания, сила тяжести энергетического средства;
- 3) вертикальные составляющие реакции опорного основания на движители энергетического средства;
- 4) горизонтально-поперечные реакции опорного основания (почвы);
- 5) сила сопротивления движению энергетического средства (трактора);
- 6) сила сопротивления, оказываемая прицепным орудием на энергетическое средство (трактор);
- 7) касательные силы тяги энергетического средства (трактора);
- 8) момент сопротивления повороту энергетического средства (трактора).

Более наглядно данные силы (воздействующие факторы) представлены на рисунке 1.

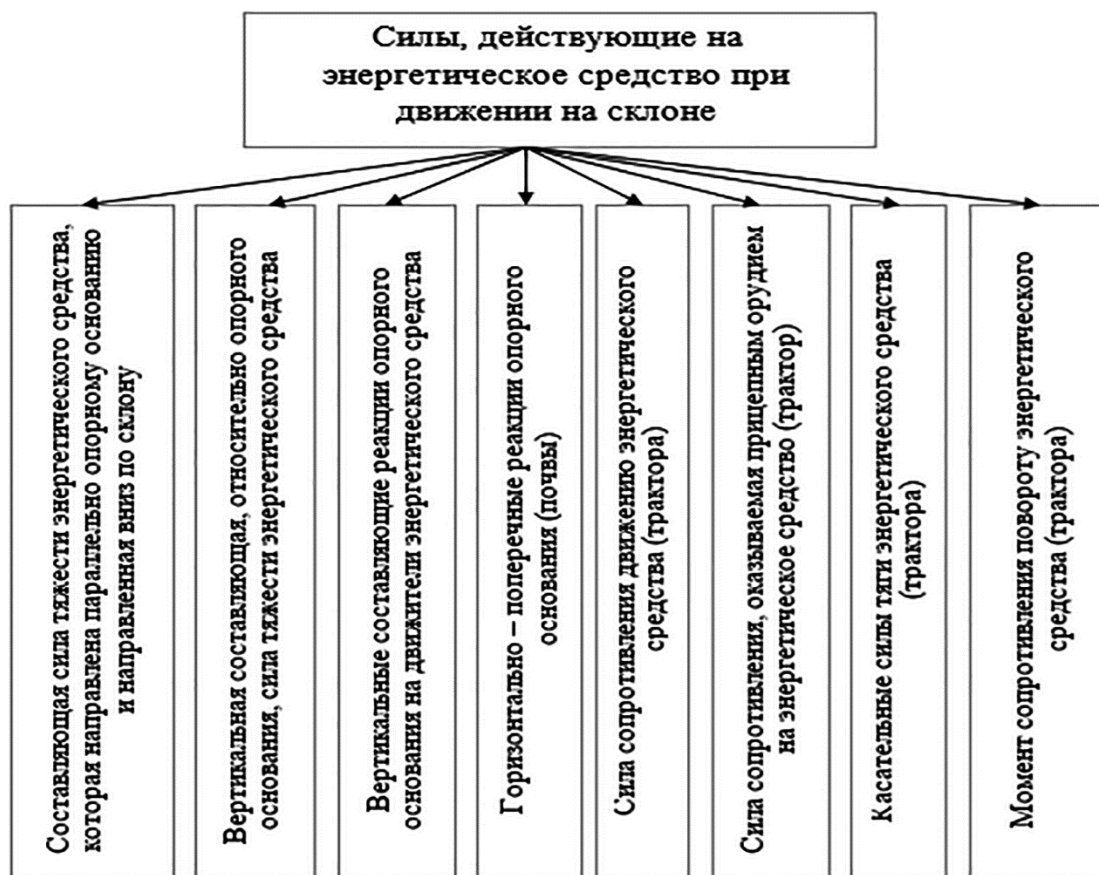


Рисунок 1 – Силы, действующие на энергетическое средство при его движении поперек склона

Под воздействием указанных сил энергетическое средство стремится повернуться вниз по склону относительно центра вращения. Исходя из изложенного, для стабилизации его прямолинейного движения поперек склона необходимо изыскать способ, устраняющий данный недостаток.

Это возможно осуществить, если *снизить или по возможности устранить воздействие поворачивающего момента за счет смещения точки приложения тягового усилия от прицепной машины*. При этом необходимо учитывать тот факт, что смещение точки соединения прицепной машины с энергетическим средством будет влиять, в какую сторону тяговое усилие от прицеп-

ной машины будет стремиться развернуть трактор. В условиях движения энергетического средства по горизонтальной поверхности смещение точки соединения энергетического средства с прицепной машиной будет создавать расход дополнительной мощности по устранению бокового увода. Величина смещения точки соединения прицепной машины с энергетическим средством примет вид выражения (1) [7]:

$$x = \frac{(2\mu fh + Ltg\alpha)G\sin\alpha}{4\mu(P_k - P_f)} \quad (1)$$

где μ – коэффициент трения скольжения;

f – коэффициент сопротивления качению энергетического средства;

h – высота расположения центра тяжести от опорной поверхности, по которой движется энергетическое средство с прицепной машиной, м;

L – длины контакта движителя (гусеницы) с опорным основанием, по которому движется энергетическое средство с прицепной машиной, м;

α – угол наклона опорной поверхности, по которой движется энергетическое средство с прицепной машиной;

G – сцепной вес энергетического средства, Н;

P_k – касательная силы тяги, развиваемой энергетическим средством, Н;

P_f – сила сопротивления движению, Н.

Заключение. *Анализируя уравнение (1), можно сделать вывод, что величина смещения точки соединения прицепной машины с энергетическим средством напрямую зависит от угла наклона опорной поверхности, конструктивных параметров движителя и сцепного веса энергетического средства, а также от физико-механических свойств почвы [8, 9].*

Список источников

1. Поликутина Е. С., Щитов С. В., Кривуца З. Ф. Улучшение тяговых показателей колесных энергетических средств при работе с прицепными агрегатами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 5 (109). С. 144–148.

2. Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Бумбар И. В., Поликутина Е. С., Сурин Р. О. Результаты исследований по влиянию прокалывателя-щелереза на

перераспределение нагрузки между мостами трактора // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 203. С. 1–9.

3. Кривуца З. Ф., Щитов С. В., Марков С. Н., Поликутина Е. С., Епифанцев В. В., Щитова В. А. Особенности эксплуатации энергетических средств в условиях рискованного земледелия // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 6 (110). С. 99–103.

4. Щитов С. В., Бумбар И. В., Кривуца З. Ф., Поликутина Е. С., Сурин Р. О., Щитова В. А. Результаты экспериментальных исследований по определению влияния прокалывателя-щелереза на величину буксования и скорость движения трактора // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 6 (110). С. 110–116.

5. Поликутина Е. С., Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Школьников П. Н., Ермаков Д. В. Повышение производительности прицепных агрегатов почвообрабатывающих машин // Вестник Курганской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 3 (51). С. 71–77.

6. Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Поликутина Е. С., Решетник Е. И., Леонов В. В. Исследование по оптимизации глубины обработки почвы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2024. № 10 (204).

7. Леонов В. В., Щитов С. В., Евдокимов В. Г., Двойнова Н. Ф. Повышение эффективности применения машинно-тракторных агрегатов при подготовке почвы // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы развития : материалы междунар. науч.-практ. конф. Благовещенск : Дальневосточный государственный аграрный университет, 2024. С. 123–127.

8. Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Бумбар И. В., Поликутина Е. С., Сурин Р. О. Повышение эффективности использования тракторов класса 5 при подготовке почвы под посев // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 6 (106). С. 60–63.

9. Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Поликутина Е. С., Бурмага А. В., Сурин Р. О. Оптимизация процессов предпосевной подготовки почвы в Амурской области // Вестник Курганской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 4 (52). С. 80–89.

References

1. Polikutina E. S., Shchitov S. V., Krivutsa Z. F. Improving the traction performance of wheeled power facilities when working with trailed units. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2024;5(109):144–148 (in Russ.).

2. Shchitov S. V., Krivutsa Z. F., Bumbar I. V., Polikutina E. S., Surin R. O. Results of studies on the impact of the splitter on the redistribution of the load between

tractor axles. *Politematicheskii setevoi ehlektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2024;203:1–9. (in Russ.).

3. Krivutsa Z. F., Shchitov S. V., Markov S. N., Polikutina E. S., Epifantsev V. V., Shchitova V. A. Peculiarities of operation of energy facilities under conditions of risky agriculture. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2024;6(110):99–103 (in Russ.).

4. Shchitov S. V., Bumbar I. V., Krivutsa Z. F., Polikutina E. S., Surin R. O., Shchitova V. A. Results of experimental studies to determine the impact of a piercer-slitteer on the value of slipping and tractor speed. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2024;6(110):110–116 (in Russ.).

5. Polikutina E. S., Shchitov S. V., Krivutsa Z. F., Shkolnikov P. N., Ermaikov D. V. Performance increase of trailed units of tillage vehicles. *Vestnik Kurganskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2024;3(51):71–77 (in Russ.).

6. Shchitov S. V., Krivutsa Z. F., Polikutina E. S., Reshetnik E. I., Leonov V. V. Study on optimization of soil tillage depth. *Politematicheskii setevoi ehlektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2024;10(204) (in Russ.).

7. Leonov V. V., Shchitov S. V., Evdokimov V. G., Dvoynova N. F. Improving the efficiency of the use of machine-tractor units in soil preparation. Proceedings from Agro-industrial complex: problems and prospects of development: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 123–127), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2024 (in Russ.).

8. Shchitov S. V., Krivutsa Z. F., Bumbar I. V., Polikutina E. S., Surin R. O. Increasing efficiency of using class 5 tractors when preparing soil for sowing. *Vestnik Bryanskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2024;6(106):60–63 (in Russ.).

9. Shchitov S. V., Krivutsa Z. F., Polikutina E. S., Burmaga A. V., Surin R. O. Optimization of pre-sowing soil preparation processes in the Amur region. *Vestnik Kurganskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2024;4(52):80–89 (in Russ.).

© Щитов С. В., Кривуца З. Ф., Поликутина Е. С., 2025

Статья поступила в редакцию 10.12.2024; одобрена после рецензирования 20.12.2024; принята к публикации 04.02.2025.

The article was submitted 10.12.2024; approved after reviewing 20.12.2024; accepted for publication 04.02.2025.