Taraqqiyot spektri
ILMIY JURNALI
Vol 2 № 6 2026

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ВО ВРАЩАТЕЛЬНОЕ С ПЕРЕДАЧЕЙ ЕГО НА ВАЛ

Рамозонова Фотима Йорбоевна
Бухарского государственного университета
ramazonovafotima71@gmail.com

Аннотация: В статье представлена конструкция устройства для преобразования возвратно-поступательного движения во вращательное с передачей крутящего момента на вал. Предлагаемое устройство предназначено для использования в дорожной инфраструктуре, энергетических установках и механических системах рекуперации энергии. Принцип работы основан на преобразовании вертикального перемещения крышки привода под воздействием транспортного средства в вращательное движение посредством тросового механизма и роликовой муфты холостого хода. В отличие от традиционных храповых механизмов предлагаемая конструкция обеспечивает снижение износа рабочих поверхностей, повышение надежности и увеличение срока службы устройства. Результаты анализа показывают, что использование роликовой муфты холостого хода способствует плавной передаче крутящего момента и снижению потерь энергии.

Ключевые слова: возвратно-поступательное движение, вращательное движение, муфта холостого хода, маховик, вал, дорожное покрытие, рекуперация энергии.

Taraqqiyot spektri

I. ВВЕДЕНИЕ

Преобразование возвратно-поступательного движения во вращательное является одной из фундаментальных задач современного машиностроения и

механики. Данный процесс лежит в основе работы большого количества технических систем, включая двигатели внутреннего сгорания, компрессоры, насосные агрегаты, подъемно-транспортное оборудование, приводы технологических машин и устройства преобразования энергии [1]. Эффективность работы таких систем во многом определяется надежностью механизмов, осуществляющих преобразование одного вида движения в другой.

В последние годы особое внимание уделяется разработке энергоэффективных механических систем, способных использовать ранее не задействованные источники механической энергии. Одним из перспективных направлений является использование энергии транспортного потока, возникающей при движении автомобилей по дорожному покрытию. Воздействие колес транспортных средств на дорожную поверхность сопровождается возникновением значительных динамических нагрузок, которые могут быть использованы для получения полезной механической энергии [2]. В связи с постоянным ростом интенсивности автомобильного движения вопросы эффективного преобразования такой энергии приобретают все большую актуальность.

Для преобразования возвратно-поступательного движения во вращательное в настоящее время применяются различные технические решения, основанные на использовании храповых механизмов, роликовых муфт свободного хода, кулачковых передач, кривошипно-шатунных механизмов и комбинированных кинематических систем [3]. Каждая из перечисленных конструкций обладает определенными преимуществами, однако большинство существующих устройств имеют ряд существенных недостатков, ограничивающих их эффективность и долговечность.

Известна роликовая муфта одностороннего действия с поворотной обоймой для принудительного заклинивания роликов посредством вспомогательной шариковой муфты, сцепляющей обойму с ведущим валом [4]. Конструкция позволяет снизить удельные нагрузки на контактные поверхности и уменьшить износ рабочих элементов. Однако наличие большого количества взаимодействующих деталей

Taraqqiyot spektri

усложняет конструкцию механизма, увеличивает трудоемкость изготовления и снижает его эксплуатационную надежность.

Наиболее близким по технической сущности является устройство для преобразования возвратно-поступательного движения во вращательное, содержащее привод, ползун, пазовый кулачок, промежуточные шариковые элементы и обгонную муфту, наружная обойма которой выполнена в виде маховика [5]. Несмотря на повышение надежности работы и улучшение передачи движения, данное устройство отличается сложностью конструкции, значительным количеством деталей и повышенными требованиями к точности изготовления и сборки.

Особого внимания заслуживают недостатки традиционных храповых механизмов, которые широко используются для передачи прерывистого движения. В процессе эксплуатации рабочие поверхности зубьев подвергаются многократным циклическим нагрузкам и трению. Непосредственный контакт металлических поверхностей приводит к возникновению локальных напряжений, пластических деформаций и изменению геометрии эвольвентного профиля зубьев [6]. В результате происходит неравномерный износ рабочих поверхностей, снижается коэффициент полезного действия механизма, ухудшается точность передачи движения и сокращается срок службы устройства.

Кроме того, в условиях интенсивной эксплуатации храповые механизмы характеризуются повышенным уровнем вибраций и ударных нагрузок, что приводит к дополнительным потерям энергии и ускоренному разрушению деталей. Указанные недостатки особенно критичны для устройств, работающих в условиях многократных циклов нагружения, характерных для транспортной инфраструктуры и энергетических систем [7].

Анализ существующих технических решений показывает, что актуальной научно-технической задачей является создание более простого, надежного и долговечного устройства, обеспечивающего эффективное преобразование возвратно-поступательного движения во вращательное при минимальном износе рабочих

Taraqqiyot spektri

поверхностей и снижении эксплуатационных затрат. Одним из перспективных направлений решения данной задачи является применение роликовой муфты холостого хода, которая позволяет передавать крутящий момент только в одном направлении, снижать ударные нагрузки и обеспечивать плавность работы механизма [8].

В настоящей работе рассматривается устройство для преобразования возвратно-поступательного движения во вращательное с передачей его на вал, основанное на использовании привода, встроенного в дорожное покрытие, тросового механизма передачи усилия, роликовой муфты холостого хода и маховика. Принцип действия устройства заключается в преобразовании вертикального перемещения крышки привода под воздействием транспортного средства в однонаправленное вращательное движение вала. Использование роликовой муфты позволяет уменьшить износ рабочих элементов, повысить надежность работы системы и увеличить срок ее эксплуатации.

Научная новизна предлагаемого технического решения заключается в использовании комбинированной системы, состоящей из дорожного привода, тросовой передачи и роликовой муфты холостого хода, обеспечивающей преобразование механической энергии транспортного потока во вращательное движение с минимальными потерями энергии и повышенной долговечностью конструкции.

Целью исследования является разработка устройства для преобразования возвратно-поступательного движения во вращательное движение с передачей его на вал посредством роликовой муфты холостого хода, обеспечивающего повышение надежности работы, снижение износа рабочих поверхностей и увеличение срока службы механизма.

II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Taraqqiyot spektri

Конструкция разработанного устройства состоит из двух основных функциональных частей: приводного механизма и механизма муфты холостого хода.

Приводной механизм устанавливается непосредственно в дорожное покрытие и включает корпус привода, крышку привода, возвратную пружину, ролики троса, стабилизирующую штангу и элементы крепления.

Под воздействием транспортного средства крышка привода перемещается вниз на величину от 2 до 5 см. Возникающее возвратно-поступательное движение передается посредством троса к рычагу механизма муфты холостого хода.

Механизм муфты холостого хода включает корпус, вал, втулку, шпонку, ролики, пружины и рычаг управления. Втулка жестко соединяется с валом посредством шпоночного соединения. При натяжении троса ролики заклиниваются между втулкой и корпусом механизма, обеспечивая передачу вращательного движения на вал [6].

Для накопления кинетической энергии и обеспечения более равномерного вращения вал соединяется с маховиком. Использование маховика позволяет уменьшить колебания угловой скорости и повысить эффективность работы устройства.

Принцип работы заключается в следующем. При наезде транспортного средства на крышку привода происходит ее вертикальное перемещение, сопровождающееся натяжением троса. Усилие передается на рычаг муфты холостого хода, которая преобразует возвратно-поступательное движение во вращательное и передает его на вал и маховик.

III. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенный анализ конструкции разработанного устройства показал, что применение роликовой муфты холостого хода позволяет существенно повысить эффективность преобразования возвратно-поступательного движения во вращательное по сравнению с традиционными храповыми механизмами. Основным

Taraqqiyot spektri

преимуществом предлагаемого технического решения является исключение непосредственного контакта зубчатых поверхностей, который является основной причиной износа в классических механизмах преобразования движения.

В традиционных храповых механизмах передача крутящего момента осуществляется за счет последовательного взаимодействия зубьев храпового колеса и собачки. В процессе многократных циклов нагружения возникают значительные контактные напряжения, приводящие к пластической деформации, появлению микротрещин и постепенному разрушению рабочих поверхностей. В разработанном устройстве передача движения осуществляется посредством роликовой муфты холостого хода, где нагрузка распределяется более равномерно между роликами и втулкой. Благодаря этому уменьшается удельное давление на контактные поверхности и снижается интенсивность износа деталей.

Особенностью конструкции является использование тросового механизма передачи усилия от привода к исполнительному механизму. При воздействии транспортного средства на крышку привода происходит натяжение троса, который передает усилие на рычаг муфты холостого хода. Такая схема позволяет существенно упростить конструкцию устройства, уменьшить количество подвижных соединений и снизить вероятность возникновения механических повреждений.

Дополнительным преимуществом конструкции является наличие стабилизирующей штанги, обеспечивающей равномерное перемещение крышки привода в вертикальном направлении. Стабилизатор предотвращает возникновение перекосов и неравномерного распределения нагрузки, что способствует повышению надежности работы устройства и увеличению срока службы его элементов.

Проведенный сравнительный анализ показал, что предлагаемое устройство обладает рядом существенных преимуществ по сравнению с известными техническими решениями:

• упрощенная конструкция механизма;

• снижение контактных напряжений между рабочими элементами;

Taraqqiyot spektri

• уменьшение интенсивности износа деталей;

• увеличение срока эксплуатации устройства;

• повышение надежности передачи движения;

• снижение затрат на техническое обслуживание;

• плавная передача крутящего момента;

• возможность использования в условиях многократных циклических нагрузок;

• возможность интеграции в дорожную инфраструктуру без существенного изменения конструкции дорожного покрытия.

Одним из важнейших элементов системы является маховик, установленный на валу механизма. В процессе работы маховик аккумулирует часть механической энергии, поступающей от привода, и обеспечивает ее последующее использование для поддержания стабильного вращения вала [5]. Наличие маховика способствует снижению колебаний угловой скорости и обеспечивает более равномерную работу устройства даже при неравномерном воздействии транспортных средств на поверхность дорожного покрытия.

Следует отметить, что эффективность предлагаемого устройства напрямую зависит от интенсивности транспортного потока, массы транспортных средств и величины рабочего хода крышки привода. Регулирование высоты перемещения крышки в пределах от 2 до 5 см позволяет адаптировать устройство к различным условиям эксплуатации и обеспечивать оптимальный режим передачи энергии.

Предлагаемая конструкция обладает высоким потенциалом практического применения в системах рекуперации механической энергии транспортного потока. Получаемое вращательное движение может использоваться для привода генераторов электрической энергии, насосных агрегатов, систем освещения дорожной инфраструктуры, автономных механических приводов и других технических устройств [6].

Таким образом, результаты исследования подтверждают, что применение роликовой муфты холостого хода совместно с тросовым приводом и маховиком

Taraqqiyot spektri

позволяет создать простое, надежное и долговечное устройство для преобразования возвратно-поступательного движения во вращательное. Предлагаемое техническое решение обеспечивает снижение износа рабочих элементов, повышение надежности работы механизма и расширение возможностей использования энергии транспортного потока в инженерной практике.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработано устройство для преобразования возвратно-поступательного движения во вращательное с передачей крутящего момента на вал.

Использование роликовой муфты холостого хода, тросового механизма и маховика обеспечивает надежную передачу энергии, снижение износа рабочих элементов и повышение долговечности конструкции.

Предлагаемое техническое решение позволяет эффективно использовать механическую энергию транспортных средств и может найти применение в дорожной инфраструктуре, энергетических установках и различных областях машиностроения.

ЛИТЕРАТУРА:

[1] R. L. Norton, Design of Machinery, 6th ed. New York, USA: McGraw-Hill, 2020.

[2] K. J. Nisbett and R. G. Budynas, *Shigley's Mechanical Engineering Design*, 12th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2024. ISBN: 978-1265472696.

[3] В. Д. Елманов и Н. В. Мельничук, *Конструкции элементов гидро- и пневмооборудования путевых машин: учебное иллюстрированное пособие*. Москва, Россия: Издательство «Маршрут», 2006.

[4] Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. : учеб.для вузов / И.И.Артоболевский. - 6-е изд.,стер. - М. : Альянс, 2011. - 639с.

[5] V. B. Bhandari, Design of Machine Elements, 4th ed. New Delhi, India: McGraw-Hill Education, 2017.

Taraqqiyot spektri

[6] G. Niemann, H. Winter, B.-R. Höhn, and K. Stahl, *Maschinenelemente 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen*. 5th ed. Berlin, Germany: Springer Vieweg, 2019.

[7] M. F. Spotts, *Design of Machine Elements*, 6th ed. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall, 1985.

[8] S. Priya and D. J. Inman, Energy Harvesting Technologies. New York, USA: Springer, 2009.

Taraqqiyot spektri