Шарифуллин И.А., Сафронов Е.В., Носко А.Л.
Обзор и анализ конструкций магнитных тормозных роликов
гравитационных конвейеров для паллет

Московский Государственный Технический Университет им. Н. Э. Баумана
(Россия, Москва)

doi:10.18411/spc-12-11-2017-20

idsp: 000001:spc-12-11-2017-20

Аннотация

Одним из основных элементов безопасной эксплуатации гравитационных конвейеров, применяемых в гравитационных стеллажах для паллет, является тормозной ролик. Наиболее перспективной конструкцией является магнитный тормозной ролик центробежного типа. В работе проведен патентный обзор конструкций магнитных тормозных роликов, предложена их классификация.

Ключевые слова: паллета, гравитационный стеллаж, роликовый конвейер, гравитационный конвейер, магнитный тормозной ролик, магнит, проводящее тело.

Annotation

An essential element of safe operation of gravity conveyors, which are used in the pallet flow rack, is the brake roller. The most perspective of its design is the magnetic brake roller centrifugal type of action. In the work conducted by the patent review of designs of magnetic brake rollers, was proposed their classification.

Keywords: pallet, gravity rack, roller conveyor, gravity conveyor, magnetic brake roller, magnet, conductive body.

Введение. Основным элементом безопасной эксплуатации гравитационных роликовых конвейеров (далее – конвейеров), применяющихся в стеллажах для хранения и перемещения паллет с грузом под действием собственного веса (рис. 1), являются тормозные ролики[1], которые устанавливаются по длине конвейера с определенным шагом. Применение тормозных роликов обусловлено необходимостью ограничения скорости паллеты с грузом (далее – паллеты) в канале стеллажа[2].

Рис. 1. Система паллетных гравитационных стеллажей

Среди существующих типов тормозных роликов [3] наиболее перспективной конструкцией являются магнитные тормозные ролики, главным преимуществом которых является бесконтактное (не фрикционное) торможение. Принцип работы таких роликов базируется на законах электромагнитной индукции и предполагает торможение проводника, движущегося в магнитном поле, обусловленном взаимодействием вихревых токов или токов Фуко, которые возникают в объеме проводника, с внешним магнитным полем [4]. Поэтому такие тормозные ролики иногда называют ролики с вихретоковым тормозом.

Однако на отечественном рынке складского гравитационного стеллажного оборудования магнитные тормозные ролики не нашли широкого применения ввиду своей высокой стоимости, которая в первую очередь обусловлена отсутствием отечественных конструкций и производителей таких роликов.

Целью работы является обзор и анализ существующих конструкций магнитных тормозных роликов, используемых в гравитационных роликовых конвейерах для паллет, а также разработка их классификации.

Обзор магнитных тормозных устройств.

Рассмотрим конструкции магнитных тормозных роликов.

Одна из самых простых конструкций магнитных тормозных роликов, предназначенная для гравитационных паллетных конвейеров, представлена на рис. 2 [5]. Ролик состоит из цилиндрического стального корпуса (обечайки) 1, установленного посредством подшипников 3 на неподвижной оси 2. Внутри обечайки 1 ролика запрессовывается алюминиевый или медный цилиндр 4, который обладает свойством высокой электропроводности. Кроме того, на оси 2 размещены постоянные магниты 5 с чередующейся полярностью. Между магнитами 5 и цилиндром 4 имеется воздушный зазор 6. При вращении корпуса 1 относительно постоянных магнитов 5 в цилиндре 4 индуцируются вихревые токи, которые являются причиной возникновения эффекта торможения.

Рис. 2. Тормозной ролик с постоянными магнитами

В представленной на рис. 2 конструкции тормозной момент зависит от скорости вращения цилиндра 4 относительно неподвижных постоянных магнитов 5, а также воздушного зазора между ними. Однако для паллетных гравитационных стеллажей, скорость вращения роликов не превышает 60 об/мин, этого недостаточно для обеспечения эффективного торможения.

Поэтому в конструкциях современных магнитных тормозных роликов для повышения эффективности торможения применяют планетарные мультипликаторы, позволяющие увеличить скорость вращения магнитной тормозной системы до 1500 об/мин, а также центробежные механизмы, которые нашли применение в центробежных муфтах и тормозах [6, 7].

По классификации тормозных роликов, приведенной в работе [3], магнитные тормозные ролики отнесены по принципу действия к центробежным.

По характеру воздействия силового поля, создаваемого постоянными магнитами, на проводящее тело магнитные тормозные ролики центробежного типа могут быть разделены на две группы: радиального и осевого действия.

Рассмотрим конструктивные исполнения и особенности каждой из них.

Ролики радиального действия (рис. 3) [8], являются тормозной вставкой 4, состоящей из обечайки 5, на оси 6 которой устанавливаются планетарный мультипликатор 1, центробежное устройство 2, магнитный (вихретоковый) тормоз 3 (позиции 2 и 3 в зависимости от конструкции могут быть изменены местами). На рис. 3а при расхождении дисков центробежного устройства 2 постоянные магниты 7, размещенные на одном из дисков, оказывают влияние на кольцо из латуни или меди (проводящее тело) 8, причем положительные и отрицательные полюса магнитов расположены поочередно и действуют наружу в радиальном направлении. На рис. 3б при расхождении дисков центробежного устройства 2 проводящее тело 8, размещенное на одном из дисков, входит в магнитное поле постоянных магнитов 7, действие которых направлено наружу в радиальном направлении.

Так как в таких конструкциях величина воздушного зазора между магнитами 7 и кольцом 8 остается неизменной, то тормозной момент будет зависеть от степени их взаимного перекрытия и скорости вращения относительно друг друга.

Рис. 3. Магнитный тормозной ролик центробежного типа радиального действия: а – с размещением магнитов на центробежном устройстве; б – с размещением проводящего тела на центробежном устройстве.

Следует отметить, что конструкции тормозных магнитных роликов, приведенные на рис. 3, в настоящее время реализованы компанией Interroll в виде

тормозного магнитного ролика рис. 4 [12], который широко применяется на зарубежном рынке конвейерной гравитации. Ролик предназначен для ограничения скорости транспортируемых грузов (коробов) весом от 0,5 кг до 35 кг, не требует постоянного технического обслуживания (из-за отсутствия износа элементов тормозной системы), прост в монтаже (благодаря возможности торможения в обе стороны вращения). Ролик рассчитан на максимальную нагрузку 500 Н и максимальную скорость груза 2,0 м/с. Максимальная пропускная способность гравитационного конвейера – до 3000 единиц груза в час, а рабочий диапазон температуры составляет +5...+40 °С.

Рис. 4. Модель магнитного тормозного ролика компании Interroll

Ролик осевого действия 4 (рис. 5) [9] включает в себя обечайку 5, на оси 6 которой устанавливаются планетарный мультипликатор 1, центробежное устройство 2, магнитный (вихретоковый) тормоз 3. В отличие от ролика радиального действия (рис. 3) в ролике осевого действия магнитные силовые линии постоянных магнитов 7, размещенных на диске центробежного устройства 2 с чередующейся полярностью, направлены вдоль оси вращения ролика и оказывают влияние на торцевую поверхность проводящего тела 8.

В такой конструкции остается постоянной степень перекрытия магнитов 7 с проводящим телом 8, а тормозной момент будет зависеть от величины воздушного зазора между ними и скорости вращения друг относительно друга.

Все рассмотренные на рис. 2–5 конструкции магнитных тормозных роликов относятся к нерегулируемому типу, так как в них отсутствует возможность изменения степени перекрытия магнитов с проводящим телом, воздушного зазора между ними и их относительной скорости вращения путем внешнего воздействия, от которых зависит величина тормозного момента.

Конструкций регулируемых магнитных тормозных роликов для использования в гравитационных паллетных конвейерных системах авторам найти не удалось. Однако магнитные тормозные устройства, в которых возможна регулировка указанных выше параметров, нашли широкое применение в рыболовных катушках [10, 11].

Рис. 5. Магнитный тормозной ролик центробежного типа осевого действия

Одна из таких конструкций катушки (рис. 6), оснащена магнитным тормозом, который включает в себя проводящее тело 1, установленное на валу 2 катушки 3 с возможностью перемещения в осевом направлении, магниты 4, создающие сопротивление по отношению к проводящему телу 1, и центробежные втулки 5, которые движутся в радиальном направлении при вращении катушки 3, обеспечивая прохождение проводящего тела 1 в магнитное поле.

Регулирование тормозного усилия осуществляется посредством поворота крышки 6, которая выдвигает магниты 4 в направлении проводящего тела 1, что, соответственно, приводит к изменению их степени перекрытия, а, следовательно, и скорости вращения друг относительно друга.

Рис. 6. Катушка с возможностью регулирования тормозного момента изменением степени перекрытия магнитных элементов: а - начальное положение магнитов; б - выдвинутое положение магнитов; 1 - проводящее тело; 2 - вал; 3 - катушка; 4 - магниты; 5 - центробежные втулки; 6 - крышка

Известна также конструкция катушки (рис. 7), оснащенная магнитным тормозом, включающим в себя проводящее тело 1, размещенное на регуляторе 6, магниты 4, установленные на валу 2 катушки 3 с возможностью перемещения в осевом направлении и создающие сопротивление по отношению к проводящему телу 1, и

центробежные тела 5, которые движутся в радиальном направлении при вращении катушки 3, обеспечивая воздействие магнитного поля магнитов 4 на проводящее тело 1.

Управление тормозным моментом производится путем изменения воздушного зазора между магнитами 4 и проводящим телом 1 посредством поворота регулятора 6, который выдвигает проводящее тело 1 в направлении магнитов 4, что помимо увеличения (или уменьшения) тормозного усилия приводит к изменению скорости вращения тормозных элементов друг относительно друга.

Рис. 7. Катушка с возможностью регулирования тормозного момента изменением воздушного зазора: 1 - проводящее тело; 2 - вал; 3 - катушка; 4 - магниты; 5 - центробежные тела; 6 – регулятор

Рассмотренные выше конструктивные особенности катушек могут быть использованы при разработке отечественных конструкций, регулируемых магнитных тормозных роликов для гравитационных паллетных систем.

Классификация магнитных тормозных роликов.

На основании проведенного обзора и анализа конструкций магнитных тормозных роликов предлагается их следующая классификация (рис. 8).

Рис. 8. Классификация магнитных тормозных роликов

Закключение.

1. Проведен обзор и анализ конструкций магнитных тормозных роликов в которых тормозной эффект достигается бесконтактным (не фрикционным) способом.
2. Определены преимущества и недостатки магнитных тормозных роликов.

3. Авторам не удалось обнаружить отечественных конструкций магнитных тормозных роликов.
4. Предложена классификация магнитных тормозных роликов, включающая их разделение по способу регулирования, характеру воздействия на проводящее тело и конструктивному исполнению центробежного механизма.
5. Определены перспективные направления разработок отечественных конструкций магнитных тормозных роликов, позволяющие повысить их тормозные характеристики.

Выводы:

1. Наиболее перспективными для применения в гравитационных конвейерах для паллет являются регулируемые магнитные тормозные ролики центробежного типа.
2. Необходима разработка отечественных конструкций магнитных тормозных роликов с возможностью автоматической регулировки тормозного момента в зависимости от приложенной внешней нагрузки.

1. Ивановский К.Е., Раковщик А.Н., Цоглин А.Н. Роликовые и дисковые конвейеры и устройства. М.: Машиностроение, 1973, 216 с.
2. Носко А.Л., Сафронов Е.В. Методика определения максимально допустимой скорости движения поддона на гравитационном роликовом конвейере. / Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2017. № 8 (689). С. 33-41.
3. Сафронов Е. В. Анализ конструкций тормозных роликов гравитационных конвейеров для паллет // Наземные транспортно-технологические средства: проектирование, производство, эксплуатация. Материалы I Всероссийской заочной научно-практической конференции. Чита, 2016. С. 53-62.
4. Мартыненко Ю. Г. Движение твердого тела в электрических и магнитных полях. М.: Наука. 1988. 368 с.
5. Патент США 6467601. Brakerollerforarollerconveyor / ErhardSchmale; опубл. 22.10.2002.
6. Ряховский О. А., Иванов С. С. Справочник по муфтам. Л.: Политехника, 1991. 384 с.
7. Тормозные устройства: справочник / М. П. Александров, А. Г. Лысяков, В. Н. Федосеев, М. В. Новожилов; под ред. М. П. Александрова. М.: Машиностроение, 1985. 312 с.
8. Патент США 8887898. Conveyor roller with centrifugal force-operated magnetic brake / Interroll Holding AG; опубл. 18.11.2014.
9. Патент ФРГ DE202011106752. Bremsfoerderrolle / Bito-Lagertechnik Bittmann GmbH; опубл. 19.01.2012.
10. Патент США 7631829. Fishing reel / Daiwa Seiko, Inc.; опубл. 15.12.2009.
11. Патент США 6086005. Fishing reel with magnetic force spool rotational-speed control during spool free rotational state / Daiwa Seiko, Inc.; опубл. 11.07.2000.
12. Magnetic Speed Controller 50 – interroll.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.interroll.ru/fileadmin/products/en/Resources_pdf_488776971.pdf (дата обращения: 16.10.2017).

Шахова В.Н., Пикалов Е.С.

**Характеристика материалов, применяемых
для внутренней отделки помещений панелями**

*«Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и
Николая Григорьевича Столетовых»
(Россия, Владимир)*

doi:10.18411/spc-12-11-2017-21

idsp: 000001:spc-12-11-2017-21

Для придания наружным и внутренним поверхностям зданий и сооружений красивого внешнего вида, а также для их защиты от внешних воздействий применяют облицовочные и отделочные материалы. Различия в требованиях, предъявляемым к облицовочным и отделочным материалам, зависят от условий их эксплуатации: например, к материалам для внешних поверхностей зданий, к которым относятся