

УДК 621.867

Романюк Н.Н., Савлук А.Р., Нукешев С.О.

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь
Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан

ПРИВОДНОЙ БАРАБАН ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы повышения надежности работы ленточных конвейеров. Технологическая надежность их работы, наряду с другими факторами, определяется сцепляемостью конвейерной ленты с приводным барабаном. Предложены оригинальные конструкции приводных барабанов ленточных конвейеров, использование которых позволит повысить надежность их работы.

Ключевые слова: надежность, лента, конвейер, исследования, взаимодействие, приводной барабан, буксование, сцепление.

Введение

Подъемно-транспортное машиностроение играет значительную роль в создании материально-технической базы любой страны. Перед ним поставлена задача широкого внедрения во всех областях народного хозяйства комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, ликвидации ручных погрузочно-разгрузочных работ и исключения тяжелого ручного труда при выполнении основных и вспомогательных технологических операций. Все это указывает на необходимость увеличения производства прогрессивных средств механизации подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных и складских работ, в том числе грузоподъемных машин с дистанционным и программным управлением, подвесных конвейеров с автоматическим адресованием грузов и автоматизированного оборудования для складов. Современные поточные технологические и автоматизированные линии, межцеховой и внутрицеховой транспорт требуют применения разнообразных типов подъемно-транспортных машин и механизмов, обеспечивающих непрерывность и ритмичность производственных процессов. Именно поэтому подъемно-транспортное оборудование в настоящее время играет уже не вспомогательную роль в производственном процессе, а превращается в один из основных решающих факторов, определяющих эффективность современного производства [1]. Насыщенность производства средствами механизации трудоемких и тяжелых работ, уровень механизации технологического процесса определяют собой степень совершенства технологического процесса.

Последние полвека конвейеры являются основным средством непрерывного транспорта практически во всех отраслях промышленного производства, поэтому все их основные элементы постоянно и активно совершенствуются. В результате некоторые детали и узлы конвейеров настолько трансформировались, что это привело к появлению ряда новых типов ленточных конвейеров, позволивших, в свою очередь, создать целый ряд совершенно новых технологических процессов.

Правильный выбор подъемно-транспортного оборудования является решающим фактором нормальной работы и высокой продуктивности производства. Нельзя обеспечить его устойчивый ритм на современной ступени интенсификации без согласованной и безотказной работы современных средств механизации внутрицехового и межцехового

транспортирования сырья, полуфабрикатов и готовой продукции на всех стадиях обработки и складирования.

Все разработки в области ленточных конвейеров сводятся к трем категориям: решение проблем с лентой, решение проблем с приводом, решение проблем со ставом. Причем зачастую разработки носят комплексный характер. Решение проблем с приводом конвейера связано с тем фактом, что сила тяги передается ленте трением, которая не превышает строго определенную и не очень большую величину, которую изначально описал Леонард Эйлер и далее дополнил Жуковский. Максимально возможная сила тяги жестко связана с двумя факторами: натяжением ленты и количеством приводных барабанов, что приводит к необходимости изготовления очень прочных лент.

Целью данных исследований явилось повышение надежности работы приводного барабана ленточного конвейера.

Основная часть

Проведенный патентный поиск показал, что известен огибаемый конвейерной лентой приводной барабан цилиндрической формы в поперечном сечении [2].

Недостатком известного барабана является возможность поперечного смещения ленты на участке конвейера, примыкающем к приводному барабану.

Известен также огибаемый конвейерной лентой приводной барабан со сферической формой его рабочей поверхности [2].

Приводной барабан хотя и обеспечивает достаточно эффективное центрирование конвейерной ленты на участке конвейера, примыкающем к приводному барабану, однако недостатками такого барабана является достаточная сложность его изготовления, неравномерность нагрузки ленты по ее ширине и ограниченные центрирующие возможности, поэтому на горных и других предприятиях чаще используются указанные выше приводные барабаны цилиндрической формы.

Известен [3] приводной барабан ленточного конвейера, огибаемый конвейерной лентой, при увеличенном диаметре D_1 его средней части, причём профиль наружной поверхности обечайки барабана выполнен ступенчатым с уменьшенным диаметром D_2 барабана на участках, примыкающих к его боковым кромкам, при прямолинейных профилях среднего и примыкающих к нему боковых участков обечайки барабана, при этом ширина средней части обечайки принята не менее 0,6-0,7 от ее ширины, причём средняя часть обечайки увеличенного диаметра D_1 выполнена совместно с остальной ее частью.

Недостатком известного барабана является возможность поперечного смещения ленты на участке конвейера, примыкающем к приводному барабану, так как отсутствуют существенные направленные вдоль оси барабана силы, препятствующие осевому смещению ленты в ту или иную сторону.

Известен приводной барабан ленточного конвейера, содержащий вал с закрепленными на нем ступицами, обечайку с закрепленной на ней футеровкой из материала с максимальным значением коэффициента трения между ним и конвейерной лентой с возможностью огибания приводного барабана конвейерной лентой, причем обечайка выполнена из размещенных с зазорами относительно друг друга отдельных элементов, каждый из которых двумя плоскими пружинами связан со ступицами с возможностью прогиба пружин в направлении вращения приводного барабана [4].

Недостатком известного приводного барабана ленточного конвейера является низкая надежность, так как при прогибе плоских пружин от усилий в набегающей и сбегающей ветвях конвейерной ленты нарушается центровка барабана, что приводит к его вибрации и выходу из строя.

В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработаны оригинальные конструкции приводных барабанов ленточных конвейеров [5] (рисунок 1) и [6] (рисунок 2), позволяющие устранить вышеуказанные недостатки.

В приводном барабане (рисунок 1), огибаемом конвейерной лентой 1, при увеличенном диаметре D_1 обечайки 2 в ее средней части 3, профиль наружной поверхности обечайки 2 барабана выполнен ступенчатым с уменьшенным диаметром D_2 барабана на участках 4 и 5, примыкающих к его боковым кромкам, при прямолинейных профилях среднего 3 и примыкающих к нему боковых участков 4 и 5 обечайки 2 барабана. Ширину средней части 3 обечайки 2 рекомендуется принимать не менее 0,6-0,7 от ее ширины. При этом средняя часть 3 обечайки 2 барабана увеличенного диаметра D_1 выполнена совместно с остальной ее частью. На примыкающих к боковым кромкам барабана с уменьшенным диаметром D_2 участках по всей длине их цилиндрических поверхностей установлены концентрично коаксиально с зазором охватывающие их по одной на каждую сторону прорезной пружине 6, наружный диаметр которой равен диаметру D_1 средней части барабана. Каждая прорезная пружина 6 изготовлена фрезерованием сквозных пазов в выполненной из пружинной стали, например, 65Г цилиндрической трубе, в результате чего получается конструкция в виде плоских колец, соединённых короткими перемычками [7]. Каждая прорезная пружина 6 стопорится от осевого смещения с помощью закреплённых на торцах приводного барабана с помощью винтов упорных колец 8.

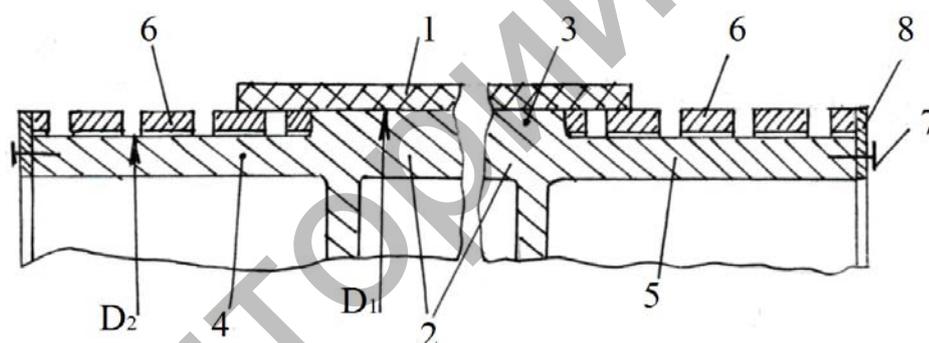


Рисунок 1 – Приводной барабан ленточного конвейера [5]

В процессе эксплуатации ленточного конвейера при огибании конвейерной лентой 1 приводного барабана, она одновременно взаимодействует со средней частью 3 его обечайки 2 диаметром D_1 и с наружной поверхностью примыкающих к средней части установленных на боковых участках 4 и 5 меньшего диаметра D_2 прорезных пружинах 6. При возможности поперечного смещения ленты 1 относительно обечайки 2 барабана на участках контакта ленты 1 с прорезными пружинами 6 за счёт упругих деформаций этих пружин 6 и сил трения между их наружной поверхностью и наружной поверхностью ленты 1 с обеих сторон барабана возникают силы, препятствующие возможному смещению ленты к одному из торцов приводного барабана.

Предложенное техническое решение может быть использовано также для неприводных барабанов - натяжных и оборотных - для обеспечения центрирования конвейерной ленты на соответствующих участках трассы ленточного конвейера.

Идеальный подход к конвейерной ленте при обхвате ею приводного барабана на дуге обхвата α позволяет выявить наличие дуги скольжения α_c и дуги покоя α_n . На дуге скольжения натяжение в ленте изменяется по логарифмическому закону. При повороте вместе с барабаном любого выделенного отрезка ленты заметно уменьшение его деформации благодаря уменьшению его натяжения. Возникает упругое скольжение ленты по

барабану, действующее всегда в сторону большего натяжения независимо от направления вращения барабана. На дуге покоя натяжение и деформация ленты не изменяется. Дуга покоя свидетельствует о необходимом для нормальной работы привода запасе сил сцепления между лентой и барабаном.

В момент пуска ленточного конвейера в результате действия сил инерции от поступательно движущейся с грузом ленты натяжение в набегающей ветви ленты $S_{нб}$ возрастает, а в сбегающей ветви $S_{сб}$ уменьшается.

Для каждого фрикционного привода соотношение между дугами покоя и упругого скольжения должно быть таким, что бы не было пробуксовки ленты.

При полном использовании силы сцепления между натяжениями в набегающей $S_{нб}$ и в сбегающей $S_{сб}$ ветвях ленты существует зависимость [8]

$$S_{нб} = S_{сб} e^{\mu_0 \alpha}, \quad (1)$$

где $e^{\mu_0 \alpha}$ – полный тяговый коэффициент приводного барабана;
 μ_0 – коэффициент сцепления ленты с поверхностью барабана.

Максимальное тяговое усилие, которое способен передать приводной барабан без пробуксовки ленты при известном натяжении в сбегающей ветви $S_{сб}$ [8],

$$P_{0max} = S_{нб} - S_{сб} = S_{сб}(e^{\mu_0 \alpha} - 1). \quad (2)$$

Снизить величину дуги упругого скольжения позволит оригинальная конструкция приводного барабана ленточного конвейера (рисунок 2).

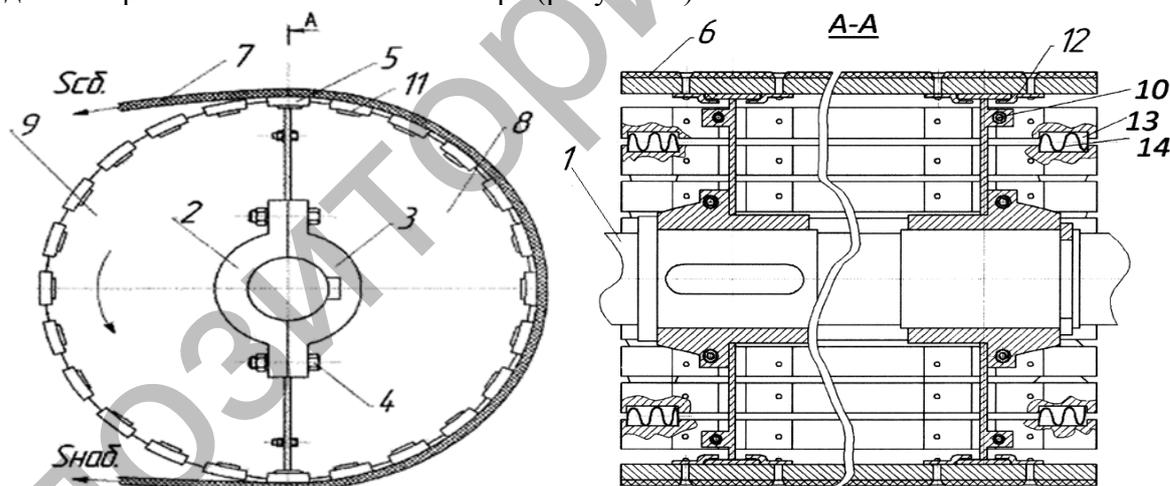


Рисунок 2 – Приводной барабан ленточного конвейера [6]

Приводной барабан ленточного конвейера содержит вал 1 с закрепленными на нем ступицами, которые выполнены из двух частей 2 и 3, соединенных между собой болтами 4, обечайку, выполненную из размещенных с зазорами относительно друг друга отдельных элементов 5, с закрепленной на ней футеровкой 6 из материала с максимальным значением коэффициента трения между ним и конвейерной лентой 7 с возможностью огибания приводного барабана конвейерной лентой 7, с усилием в набегающей ветви $F_{наб}$ и усилием в сбегающей ветви $F_{сб}$. К ступицам закреплены диски, состоящие из двух частей 8 и 9, соединенные между собой болтами 10. К наружному диаметру дисков приварены полосы 11, образующие с дисками Т-образное соединение, на которое установлены отдельные

элементы 5 обечайки, с возможностью перемещения по полосам 11 и крепления к ним с помощью зацепов 12, закрепленных на внутренней стороне отдельных элементов 5 обечайки. Кроме того на торцевых поверхностях отдельных элементов 5 обечайки расположены выемки 13, в которые уложены S-образные пружины 14, удерживающие отдельные элементы 5 обечайки от соприкосновения друг с другом.

Работает приводной барабан ленточного конвейера следующим образом.

Усилие $F_{\text{наб}}$ в набегающей на приводной барабан ветви приводит к удлинению конвейерной ленты 7, которая соприкасаясь с отдельными элементами 5 обечайки, сдвигает их, преодолевая усилие S-образных пружин 14, в направлении противоположном вращению приводного барабана. При этом не происходит взаимного скольжения между футеровкой 6 и конвейерной лентой 7, а тяговое усилие реализуется за счет сцепления между ними и не происходит фрикционный износ конвейерной ленты 7 и футеровки 6.

Во время схода конвейерной ленты 7 с приводного барабана, усилие $F_{\text{об}}$ становится меньше усилия $F_{\text{наб}}$ [2], растянутая конвейерная лента 7 укорачивается и сдвигает соприкасающиеся с ней отдельные элементы 5 обечайки в обратном направлении, преодолевая усилие S-образных пружин 14.

Отдельные элементы 5 обечайки, перемещаясь во время работы по полосам 11 в ту или иную сторону, находятся на одинаковом расстоянии от оси вращения и не создают дисбаланс, который вызывает вибрацию приводного барабана.

Выводы

В настоящее время подъемно-транспортное оборудование превращается в один из основных решающих факторов, определяющих эффективность современного производства. Технологическая надежность работы конвейера, наряду с другими факторами, определяется сцепляемостью конвейерной ленты с приводным барабаном. Предложены оригинальные конструкции приводных барабанов ленточных конвейеров, использование которых позволит повысить надежность их работы.

Литература

- 1 Повышение технологической надежности крутонаклонных конвейеров / В.Г. Кушнир, Н.П. Ким, О.А. Бенюх, Н.Н. Романюк, К.В. Сашко // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – №1 – С. 35–37.
- 2 *Спиваковский, А.О.* Транспортирующие машины: учеб. пособие для вузов. 3-е изд., перераб. / А.О. Спиваковский, В.К. Дьячков. – М.: Машиностроение, 1983. – 487с.
- 3 Патент РФ №2466922 С1, МПК В65G23/04, 2012.
- 4 Патент на изобретение Российской федерации № 2350541, МПК В65G23/04, 2009.
- 5 Приводной барабан ленточного конвейера : патент 20341 С1 Респ. Беларусь, МПК В 65G 23/04 / И.Н. Шило, Н.Н. Романюк, В.А. Агейчик, Ю.В. Агейчик, В.Ю. Романюк; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № а20130242; заявл. 25.02.2013; опубл. 30.08.2016 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2016. – № 4. – С.129–130.
- 6 Приводной барабан ленточного конвейера : патент 9914 U Респ. Беларусь, МПК В65G23/04 / Н.Н. Романюк и др. ; заявитель Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № u 20130512 ; заявл. 13.06.2013; опубл. 28.02.2014 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 1. – С.171.
- 7 *Заплетохин В.А.* Конструирование деталей механических устройств : справочник / В.А. Заплетохин. – Л.: Машиностроение, 1990. – 669с.
- 8 *Зенков, Р.Л.* Машины непрерывного транспорта / Р.Л. Зенков, И.И. Ивашков, Л.Н. Колобов. – М: Машиностроение, 1980. – С.65.

Ramaniuk N.N., Savluk A.R., Nukeshev S.O.

DRIVING DRUM OF THE TAPE CONVEYOR

Summary

The article deals with improving the reliability of belt conveyors. The technological reliability of their work, along with other factors, is determined by the adhesion of conveyor belt with drive drum. The original design of the drive drums of belt conveyors, the use of which will improve the reliability of their work.

Key words: reliability, tape, pipeline, research, interaction, pulley, slipping, clutch.

УДК 621.926

Романюк Н.Н., Агейчик В.А., Есипов С.В., Кушнир В.Г.

*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

*Костанайский государственный университет имени Ахмета Байтурсынова, г. Костанай,
Республика Казахстан*

ЦЕНТРОБЕЖНАЯ МЕЛЬНИЦА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЗЕРНА

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы, связанные с переработкой зерна. Предложена оригинальная конструкция центробежной мельницы, использование которой позволит снизить энергоёмкость технологического процесса измельчения зерна.

Ключевые слова: зерно, мука, дробление, центробежная мельница, энергоёмкость измельчения, технологический процесс, оригинальная конструкция.

Введение

В технологиях переработки зерновых масс пшеницы и ржи, а также других культур в продукты потребления - муку и крупу используются соответствующие приемы и способы, обеспечивающие наиболее эффективное выполнение всех необходимых процессов с наилучшим экономическим эффектом. Наиболее энергоёмким и одним из основных является процесс измельчения.

В настоящее время используется большое количество мельничных комплексов, содержащих полный арсенал устройств и механизмов, позволяющих производить подготовительные операции - очистку, сушку, увлажнение и отволаживание, измельчение, отсеивы, сортировку и упаковку муки и побочных продуктов. Как правило, это предприятия, которые перерабатывают зерна разных культур в муку в больших количествах от 30 до 300 тонн в сутки, а также минимельницы производительность которых меньше [1].

Применяется и достаточное количество дробилок, производительность которых больше, а выходной продукт используется для приготовления кормов домашним животным и птице в крупных животноводческих хозяйствах.

Наряду с крупными предприятиями успешно развиваются фермерские хозяйства и малые предприятия аграрного профиля. Их развитие зависит от технического обеспечения.