

Повышение технологической надежности крутонаклонных конвейеров

Д-р техн. наук В. Г. КУШНИР, д-р пед. наук Н. П. КИМ, канд-ты техн. наук О. А. БЕНЮХ (Костанайский госуниверситет, valkush@mail.ru), Н. Н. РОМАНЮК, К. В. САШКО (Белорусский ГАТУ)

Аннотация. Рассмотрено повышение технологической надежности работы крутонаклонных конвейеров за счет повышения сцепления ленты с приводным барабаном, удерживания ленты при ее обрыве и предотвращения обратного движения ленты при остановке конвейера. Предложены оригинальные конструкции приводного барабана, дискового колодочного тормоза, устройства для улавливания ленты конвейера в случае ее обрыва и рассмотрена их работа.

Ключевые слова: технологическая надежность, крутонаклонный конвейер, приводной барабан, дисковый колодочный тормоз, лента, сцепление.

В создании материально-технической базы АПК значительную роль играет подъемно-транспортное машиностроение, перед которым поставлена задача внедрения 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, крутонаклонных ленточных конвейеров с автоматическим адресованием грузов и автоматизированного оборудования для складов.

Одним из технических решений повышения эффективности погрузочно-разгрузочных и складских работ служит крутонаклонный ленточный конвейер. Увеличение угла наклона ленточного конвейера позволяет уменьшить занимаемую им площадь и более компактно разместить производственное оборудование. Такие конвейеры применяются при буртовании корнеклубнеплодов, зерна, межцеховом транспортировании и обычно имеют повышенную длину. Для обеспечения их технологической надежности необходимо обеспечить:

- хорошее сцепление ленты с приводным барабаном;
- удерживание ленты при ее обрыве;
- предотвращение обратного движения ленты при остановке конвейера.

В Белорусском ГАТУ запатентованы конструкции приводного барабана (пат. 8784 У Респ. Беларусь), дисковых колодочных тормозов (пат. 16588 С2 и пат. 16587 С2 Респ. Беларусь), устройства для улавливания ленты конвейера в случае ее обрыва (пат. 7725 У и пат. 7752 У Респ. Беларусь).

Приводной барабан (рис. 1), предотвращающий буксование ленты, смонтирован на раме 1, имеет вал 4 с осью 5 и оборудован внешним вакуумным насосом. Насос создает разрежение в отсасывающем трубопроводе 11, центральном вакуумном канале 6, радиальных вакуумных каналах 7, осевых вакуумных камерах, выполненных в виде кольцевых проточек 8, радиальных вакуумных каналах 9 приводного барабана 3 и контактных вакуумных камерах 10. Вследствие перепада давления над и под транспортной лентой 2 в зоне ее контакта с приводным барабаном создается дополнительное усилие прижатия ленты к барабану, что увеличивает силу трения и препятствует буксованию ленты на барабане. Поверхность барабана, свободную от соприкосновения с транспортной лентой 2, обгибает бесконечная лента 13

уплотняющего устройства, которая за счет разрежения в контактных вакуумных камерах 10 прижимается к поверхности приводного барабана и обеспечивает постоянное разрежение в системе. Лента 13 приводится в движение барабаном вокруг обоймы роликов 12.

Сцепление транспортной ленты и приводного барабана без пробуксовки обеспечивается, если выполняется условие [1]:

$$F_{тр} \geq F_t, \tag{1}$$

где $F_{тр}$ — сила трения между транспортной лентой и приводным барабаном; F_t — окружная сила на приводном барабане.

Известно [1], что

$$F_t = F_{наб} - F_{сб}, \tag{2}$$

где $F_{наб}$, $F_{сб}$ — усилие в набегающей и сбегающей ветвях транспортной ленты на приводном барабане.

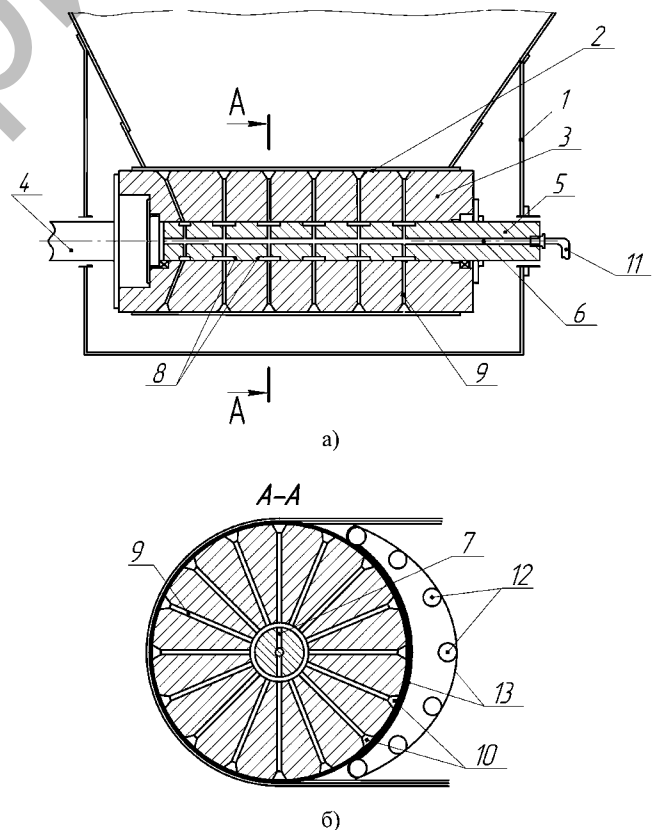


Рис. 1. Приводной барабан ленточного транспортера

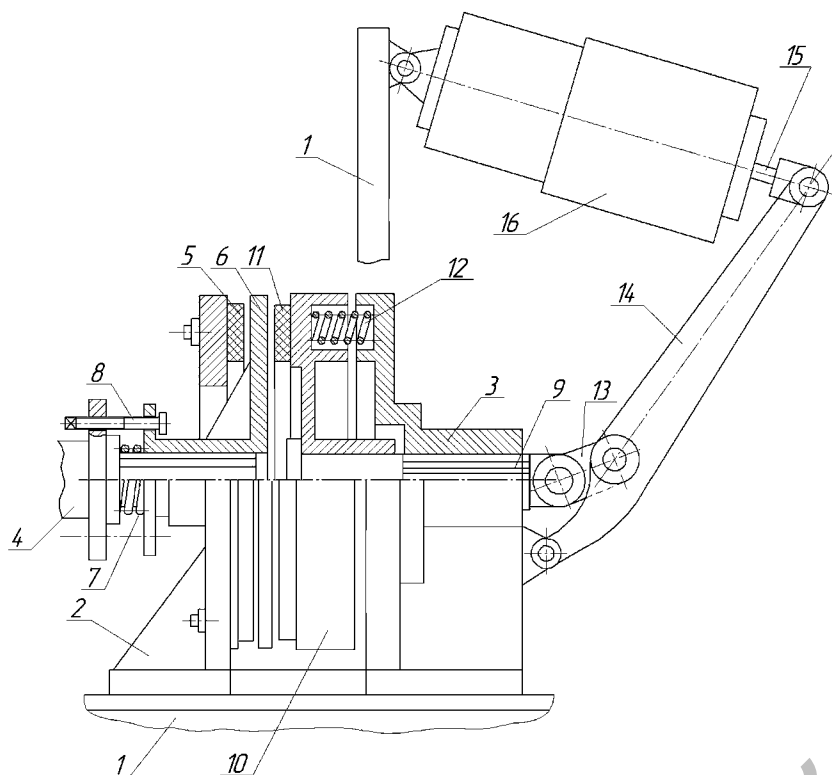


Рис. 2. Дисково-колодочный тормоз ленточного конвейера

Для предотвращения буксования необходимо соблюсти условие (формула Эйлера) [1]:

$$F_{\text{наб}} \leq F_{\text{сб}} e^{f\alpha}, \quad (3)$$

где e — основание натурального логарифма; f — коэффициент трения между транспортной лентой и приводным барабаном; α — угол обхвата барабана транспортной лентой.

При работе во влажной среде условие (3) нарушается, поэтому применение барабана с вакуумными камерами позволяет восстановить его за счет увеличения силы трения $F'_{\text{тр}}$ между транспортной лентой и приводным барабаном, которая повышает эксплуатационную надежность транспортера и определяется по формуле [2]:

$$F'_{\text{тр}} = fqA, \quad (4)$$

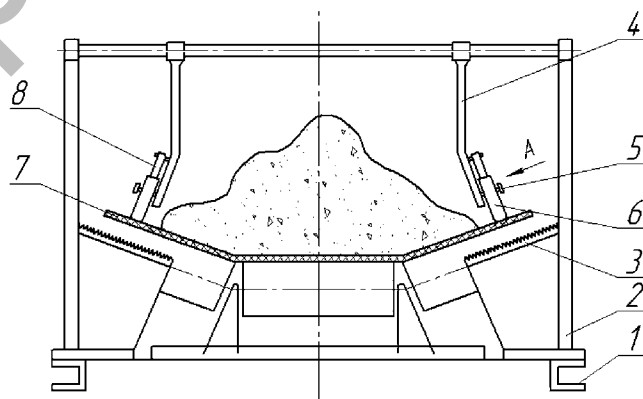
где q — величина разрежения в системе; A — суммарная площадь контактных вакуумных камер, соприкасающихся с транспортной лентой.

Для предотвращения обратного движения ленты при остановке конвейера его необходимо снабдить тормозом (рис. 2). Дисково-колодочный тормоз ленточного конвейера (пат. 16588 С2 Респ. Беларусь), состоящий из установленных на раме 1 неподвижных левой 2 и правой 3 опор, работает следующим образом. При включении двигателя привода конвейера включается толкатель 16, который своим штоком 15 поворачивает двуплечий рычаг 14 по часовой стрелке. Рабочее усилие от двуплечего рычага через серьгу 13 передается на шток 9, который смещается слева направо относительно неподвижной правой опоры. Своим заплечиком шток смещает в этом же направлении муфту 10, преодолевая усилия замыкающих пружин 12 между муфтой и правой опорой. При этом тор-

можная правая колодка 11 отходит от тормозного диска 6, который смещается слева направо по шлицам вала 4 под действием предварительно сжатой центральной пружины 7 на расстояние, равное половине хода штока, заранее установленное с помощью ограничительных винтов 8. Благодаря этому тормозной диск выходит из контакта с обеими тормозными колодками 5 и 11, а привод конвейера растормаживается. При отключении привода ленточного конвейера автоматически выключается толкатель. Сразу же сжатые замыкающие пружины перемещают справа налево муфту с закрепленной на ней тормозной правой колодкой. Вступающая во взаимодействие с тормозным диском правая колодка смещает его справа налево до соприкосновения с левой колодкой, в результате чего он зажимается между тормозными колодками, а кинематически связанный с ним вал барабана затормаживается, способствуя остановке всего конвейера. Применение ограничительных винтов способствует более равномерному износу тормозных колодок, что

повышает эксплуатационную надежность дисково-колодочного тормоза для ленточного конвейера.

Для обеспечения сохранности ленты и перемещаемого ей продукта используется устройство для улавливания ленты конвейера в случае ее обрыва (рис. 3). Уст-



Вид А

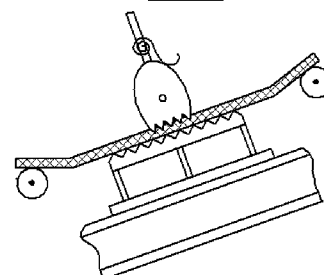


Рис. 3. Устройство для улавливания ленты конвейера в случае ее обрыва

ройство (пат. 7752 U Респ. Беларусь) содержит закрепленную на металлической конструкции става 1 раму 2, опорные площадки 3 и жестко закрепленные на раме рычаги 4. На нижних концах рычагов на осях 5 установлены эллипсовидные зубчатые ролики 6, прижимаемые к ленте 7 конвейера спиральными пружинами 8. Опорные площадки, установленные под лентой конвейера между опорными роликами 9, имеют рифленую поверхность и образуют зазор с лентой. При нормальной работе конвейера лента натянута и скользит по гладким торцевым поверхностям эллипсовидных роликов. При обрыве лента опускается на опорные площадки и, перемещаясь в направлении, противоположном ее ходу, поворачивает в этом же направлении эллипсовидные ро-

лики. Зубья роликов удерживают ленту, прижимая ее к рифленным поверхностям опорных площадок.

Таким образом, предложенные оригинальные конструкции приводного барабана, дискового колодочного тормоза и устройства для улавливания ленты конвейера в случае ее обрыва позволяют повысить технологическую надежность работы крутонаклонных конвейеров.

Список литературы

1. Спиваковский А. О., Дьячков В. К. Транспортирующие машины: Учеб. пособие для вузов по специальности "Подъемно-транспортные машины и оборудование". — 3-е изд., перераб. — М.: Машиностроение, 1983.
2. Савельев И. В. Молекулярная физика и термодинамика. — М.: АСТ, Астрель, 2005. — Кн. 3.

УДК 629.3:621.837.2

Экспериментальное исследование износостойкости автотракторных стартеров

Д-р техн. наук О. В. ШАРКОВ (Балтийский федеральный университет им. И. Канта, o_sharkov@mail.ru)

Аннотация. Экспериментально установлены закономерности влияния геометрических характеристик и материала рабочих элементов на износостойкость разных типов эксцентриковых муфт свободного хода приводов автотракторных стартеров.

Ключевые слова: стартер, муфта свободного хода, износостойкость.

Запуск двигателей внутреннего сгорания (ДВС) — многократно повторяющаяся операция, которая непосредственно влияет на эксплуатационные характеристики автотранспортных средств. Наиболее распространена электростартерная пусковая система ДВС, работоспособность которой зависит от безотказной работы муфты свободного хода (МСХ). Последняя обеспечивает соединение валов стартера и двигателя при пуске и автоматическое разъединение после выхода двигателя на режим холостого хода и увеличения частоты вращения его рабочего вала.

Многолетний опыт показал, что износ МСХ — одна из основных причин потери работоспособности автотракторных стартеров. При этом следует учитывать, что износ деталей при одном пуске в зимнее время года значительно выше, чем летом, а на 2/3 территории России период с преобладанием низких температур продолжается от 3 до 9 месяцев в году [1–3].

Отказы вследствие износа происходят при работе МСХ, передающих нагрузку как за счет сил трения (роликовые, эксцентриковые, клиновые), так и за счет нормальных сил (храповые, микрохраповые). Износ контактирующих поверхностей МСХ приводит к образованию недопустимой величины зазора между ними и, как следствие, возникновению дополнительных динамических нагрузок при включении, увеличению времени срабатывания, относительному движению ведущих и ведомых элементов муфт, изменению величины коэффициента трения.

Таким образом, оценка влияния износа на работоспособность МСХ при различных эксплуатационных

условиях имеет важное практическое значение для повышения эффективности использования стартеров.

Вследствие разнообразия конструктивных схем (роликовые, с эксцентриковыми роликами, храповые, пружинные, фрикционные и др.), размерных и эксплуатационных характеристик МСХ, применяемых в стартерах, теоретическое определение износа их элементов представляет собой весьма сложную, как правило, не имеющую точного решения задачу.

Проведение натурного эксперимента — наиболее эффективный путь решения поставленной задачи для конкретной модели стартера.

На основании анализа существующих схем стенов для испытания автотракторных стартеров под нагрузкой [2] и рекомендаций по их проведению, согласно ОСТ 37.003.084—88 "Стартеры электрические автотракторные. Общие технические условия", разработан простой и компактный стенд для исследования износостойкости МСХ приводов стартеров мощностью до 3 кВт.

На корпусе стенов (рис. 1) крепится стартер 1 с МСХ 2, шестерня внешней обоймы которой входит в зацепление с зубчатым венцом маховика 3 и имеет передаточное отношение $i = 16,4$. Маховик жестко связан с валом 4, на котором закреплен тормозной шкив 5 со встроенной втулочно-пальцевой муфтой колодочного тормоза ТКТ-200. Тормозной шкив посредством вала соединен с электродвигателем 6 мощностью 4 кВт и номинальной частотой вращения 1440 мин^{-1} . Питание стартера производится от аккумуляторной батареи.

Стартер представляет собой сменный элемент, и его модель можно варьировать в зависимости от программы исследований.