

УДК 621.86

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ ПРОМЕЖУТОЧНОГО ЛЕНТОЧНОГО ПРИВОДА ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА НА ЕГО РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ

Гончаров К.А., Гришин А.В.

Брянский государственный технический университет, Брянск, Россия

Описано устройство экспериментального стенда для исследования влияния конструкции промежуточного ленточного привода ленточного конвейера на его рабочие процессы. Обоснована необходимость разработки стенда, а также проведения с его помощью ряда экспериментальных исследований.

Ключевые слова: *экспериментальный стенд, промежуточный ленточный привод, ленточный конвейер.*

DOI: <https://doi.org/10.22281/2413-9920-2017-03-01-52-59>

Применение промежуточных ленточных приводов ленточных конвейеров является чаще всего единственным возможным техническим решением при необходимости беспросыпного транспортирования сыпучих грузов на значительные расстояния конвейерным транспортом. Изучению процессов поведения подобных приводов в общей структуре систем приводов ленточных конвейеров посвящено значительное число работ [1–8]. При этом стоит отметить преимущественно теоретическую направленность указанных исследований.

Анализируя приведенные источники, можно сделать вывод о незначительном количестве проведенных натуральных экспериментов по изучению промежуточных ленточных приводов ленточных конвейеров, самый масштабный из которых описан в работах [3, 4]. Однако, даже в этом случае можно выделить недостаток, не снижающий качество и значимость указанного эксперимента – малая вариативность изменяемых конструктивных параметров промежуточных приводов, ограниченная непосредственно конструкцией всей конвейерной установки (высокая трудоемкость замены лент, роликкоопор и т.д. для расширения спектра изучаемых параметров). В связи с этим можно отметить, что в настоящее время актуальными являются исследования влияния на тяговую способность промежуточного ленточного привода таких факторов как относительное боковое смещение грузонесущей и тяговой лент, неравномерность распределения груза на участке привода, относительное поведение грузонесущей и тяговой лент в зависимости от их ширины, конструкции, взаимного положения.

Недостаточная изученность описанных вопросов часто приводит к ситуации, в которой предприятия, производящие магистральные ленточные конвейеры, применяют неоднократно апробированные схемы систем приводов с промежуточными ленточными приводами [9] вне зависимости от индивидуальных особенностей каждого процесса транспортирования случайного сыпучего груза, что приводит к дополнительным расходам при проектировании машины или к отказу от применения промежуточных ленточных приводов как таковых в целом [10].

Ряд проводимых экспериментальных исследований, касающихся изучения параметров промежуточных ленточных приводов ленточных конвейеров [11], носит весьма условный характер, определяющий довольно ограниченную область возможного применения результатов экспериментов, в связи со статической постановкой процессов их проведения без учета реально действующего при работе ленточного привода (совместном движении лент со значительными скоростями) механизма передачи тягового усилия с образованием зон относительного покоя и скольжения между грузонесущей и тяговой лентами.

Отдельно стоит затронуть вопрос управления промежуточным ленточным приводом в общей системе приводов конвейерной установки. Вектор управляемых параметров таких приводов имеет большую размерность по сравнению с наиболее изученными на данный момент двухбарабанными приводами ленточных конвейеров [12]. Для устойчивой работы промежуточных ленточных приводов помимо управления механическими характеристиками двигателей дополнительно необходимо управлять натяжением тяговых лент непосредствен-

но в тяговых контурах, а также контролировать процесс бокового схода ленты на участках промежуточных приводов, особенно в случаях, когда применяются тяговые ленты большей ширины, нежели грузонесущие.

При этом теоретическое прогнозирование поведения промежуточных приводов можно производить по методике, предложенной в [7], с учетом основного массива описанных выше факторов, включая возможное отклонение величин скольжений электродвигателей от номинальных значений. Однако, даже такая степень точности теоретического описания поведения ленточного привода, положенная в основу создания системы управления, не дает полной картины его работы. Вопросы влияния относительного поперечного смещения лент, их бокового схода, углов наклона боковых роликов и других конструктивных особенностей на тяговую способность и поведение промежуточного ленточного привода необходимо изучать экспериментально.

Предлагаемая в данной работе конструкция экспериментального стенда для исследования рабочих процессов в промежуточном ленточном приводе позволяет с достаточной степенью точности провести изучение влияния на эти процессы указанных выше факторов.

Конструкция экспериментального стенда представлена на рис. 1.

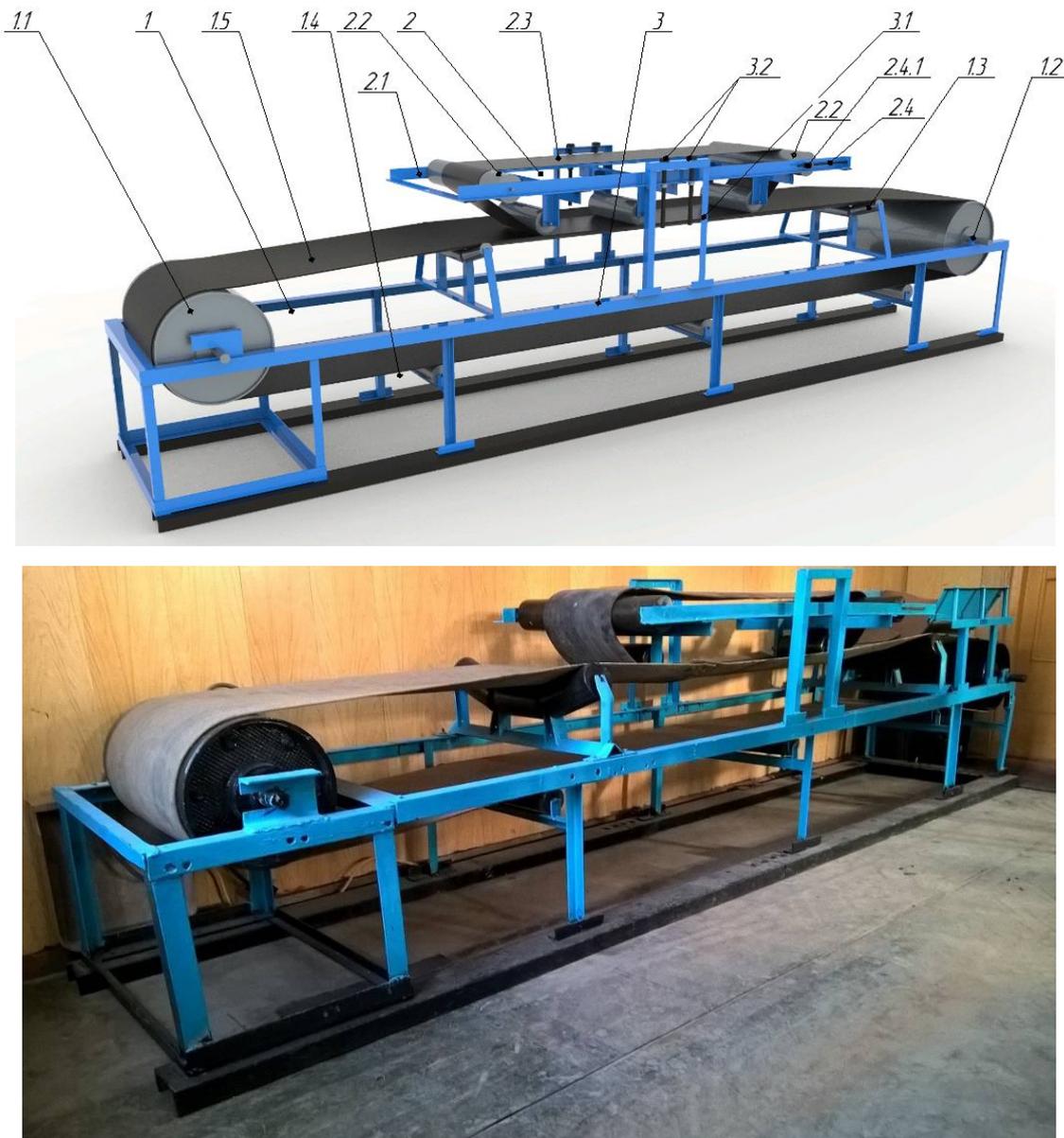


Рис. 1. Конструкция экспериментального стенда

Стенд включает два замкнутых контура 1 и 2. Контур 1 является приводным и моделирует работу промежуточного ленточного привода. Контур 2 является ведомым, при этом его нижняя ветвь в разных вариациях взаимодействует с верхней ветвью контура 1, моделируя работу верхней ветви грузонесущей ленты конвейера.

Тяговый контур 1 включает приводную станцию 1.1, выполненную в виде мотор-барабана, винтовое натяжное устройство 1.2, верхние 1.3 и нижние 1.4 роликоопоры, замкнутую ленту 1.5, выполняющую роль тяговой. Все элементы тягового контура 1 смонтированы на ставе 3.

Став 3 является несущей металлической конструкцией всего стенда и предусматривает наличие кронштейнов 3.1, с помощью которых на стенд устанавливается замкнутый ведомый контур 2. Кронштейн 3.1 оборудован двусторонним винтовым устройством 3.2, позволяющим осуществлять вертикальное перемещение замкнутого контура 2, что необходимо для реализации различных механизмов контакта лент контуров при проведении исследования. Двустороннее исполнение винтового устройства 3.2 позволяет создавать относительно небольшие углы наклона ведомого контура 2 в плане с различной степенью прижатия лент. Такое техническое решение создает возможность проведения исследования влияния на тяговую способность промежуточного ленточного привода возможного бокового смещения лент друг относительно друга, а также взаимодействия лент различной жесткости на продольных участках их перегиба, формируемых желобчатыми роликоопорами.

Ведомый контур 2 (рис. 2) состоит из става 2.1, закрепленных на нем обводных роликов 2.2, ведомой ленты 2.3, винтового натяжного устройства 2.4 и трех дополнительных промежуточных роликов, непосредственно прижимающих ленты друг к другу, имитируя полезную нагрузку от веса перемещаемого груза на участке промежуточного привода.

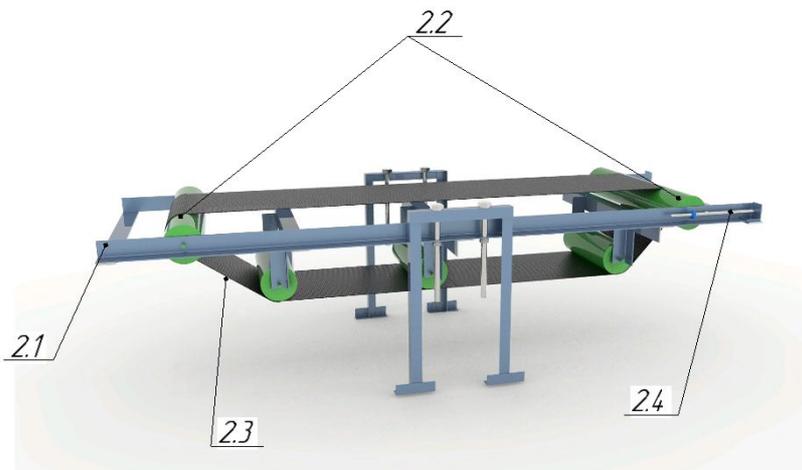


Рис. 2. Конструкция ведомого контура экспериментального стенда

Став 2.1 ведомого контура подразумевает возможность наращивания его длины. Указанная возможность при проведении исследования позволяет получить более полную картину взаимодействия тяговой и грузонесущей лент с учетом попадания в зону этого взаимодействия безопорных участков и участков с установленными роликоопорами.

Винтовые натяжные устройства контуров 1.2 и 2.4 оснащены тарированными на определенное усилие пружинными указателями натяжения лент 1.2.1 и 2.4.1.

В характерных точках контуров 1 и 2 устанавливаются счетчики оборотов, позволяющие по завершении определенного периода работы стенда с помощью полученной информации вычислить реализованные скорости лент в этих точках. В качестве характерных точек учитываются:

- точки начала и конца зоны контакта лент по центральной продольной оси става 3;
- точки начала и конца зоны контакта лент по центральным осям симметрии наклонных роликов желобчатых роликоопор;

– точка перехода зоны относительного покоя в зону относительного скольжения лент (определяется последовательным смещением счетчиков оборотов вдоль зоны контакта лент).

Описанная выше конструкция стенда предполагает проведение следующих экспериментальных исследований:

1. Определение зон относительного покоя и скольжения лент при их центральном расположении в зависимости от величины действующей полезной нагрузки на безопорном и комплексном участках контакта лент при дифференциации величин натяжений, создаваемых натяжными устройствами в контурах 1 и 2. Исходное взаимное расположение контуров 1 и 2 для данного исследования представлено на рис. 3.

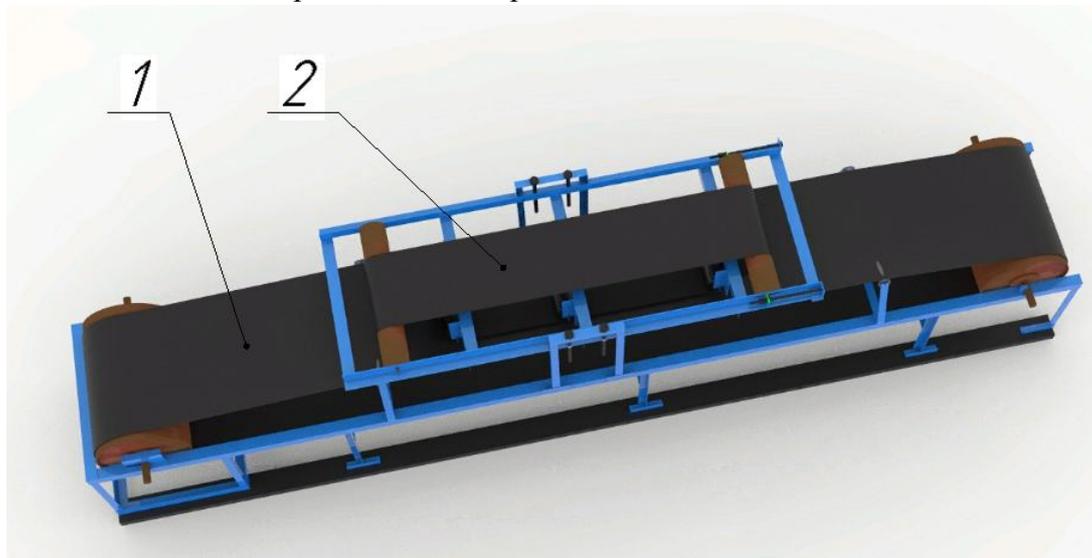


Рис. 3. Исходное взаимное расположение контуров 1 и 2 при центральном расположении лент

2. Определение зон относительного покоя и скольжения лент при полном боковом смещении грузонесущей ленты с образованием зоны неполного контакта в районе продольного изгиба тяговой ленты, сформированного желобчатыми роlikоопорами, на безопорном и комплексном участках контакта при дифференциации величин натяжений, создаваемых натяжными устройствами в контурах 1 и 2. Исходное взаимное расположение контуров 1 и 2 для данного исследования представлено на рис. 4.

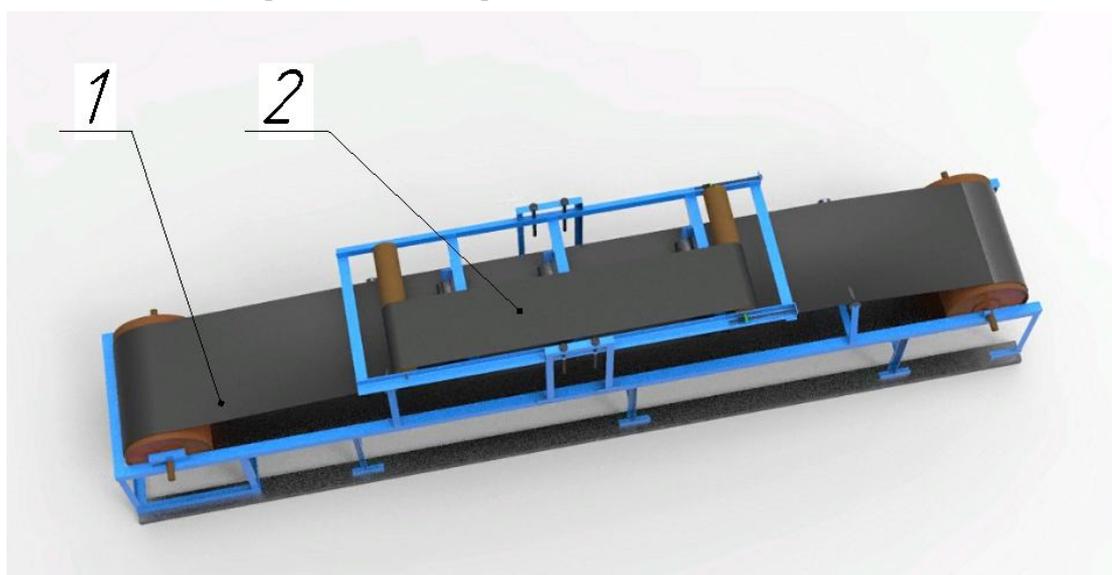


Рис. 4. Исходное взаимное расположение контуров 1 и 2 при полном боковом смещении грузонесущей ленты

3. Определение зон относительного покоя и скольжения лент при боковом одностороннем смещении грузонесущей ленты относительно тяговой на безопорном и комплексном участках контакта при дифференциации величин натяжений, создаваемых натяжными устройствами в контурах 1 и 2. Исходное взаимное расположение контуров 1 и 2 для данного исследования представлено на рис. 5.

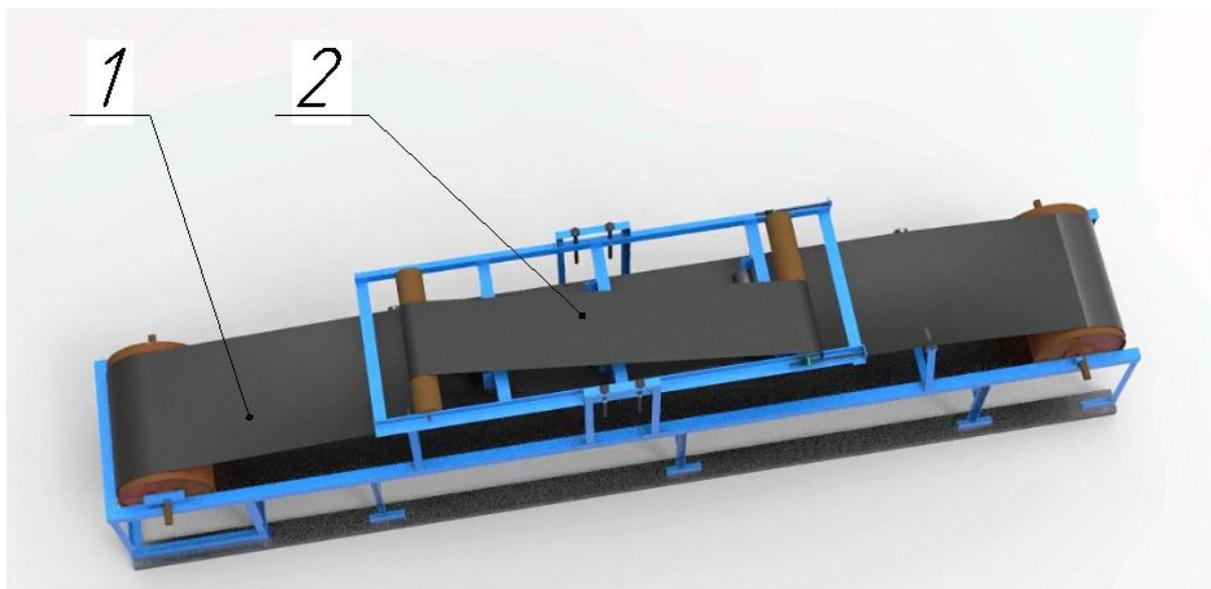


Рис. 5. Исходное взаимное расположение контуров 1 и 2 при боковом одностороннем смещении грузонесущей ленты относительно тяговой

4. Определение зон относительного покоя и скольжения лент при боковом двустороннем смещении грузонесущей ленты относительно тяговой на безопорном и комплексном участках контакта при дифференциации величин натяжений, создаваемых натяжными устройствами в контурах 1 и 2. Исходное взаимное расположение контуров 1 и 2 для данного исследования представлено на рис. 6.

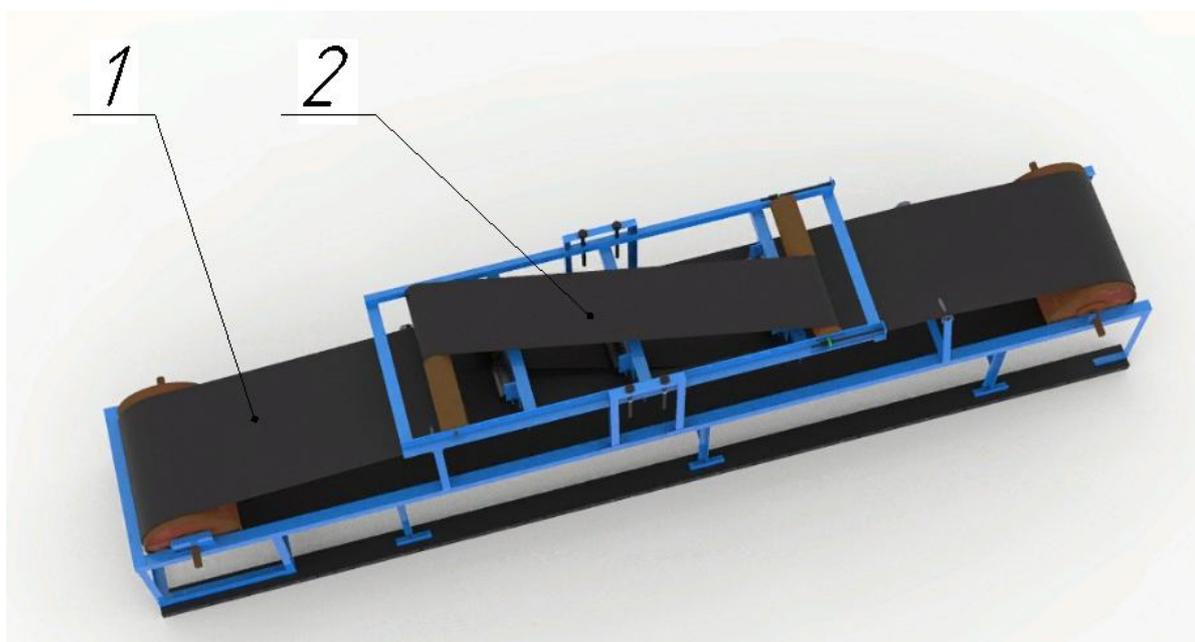


Рис. 6. Исходное взаимное расположение контуров 1 и 2 при боковом двустороннем смещении грузонесущей ленты относительно тяговой

Последовательность выполнения указанных исследований можно свести к общей схеме (рис. 7).

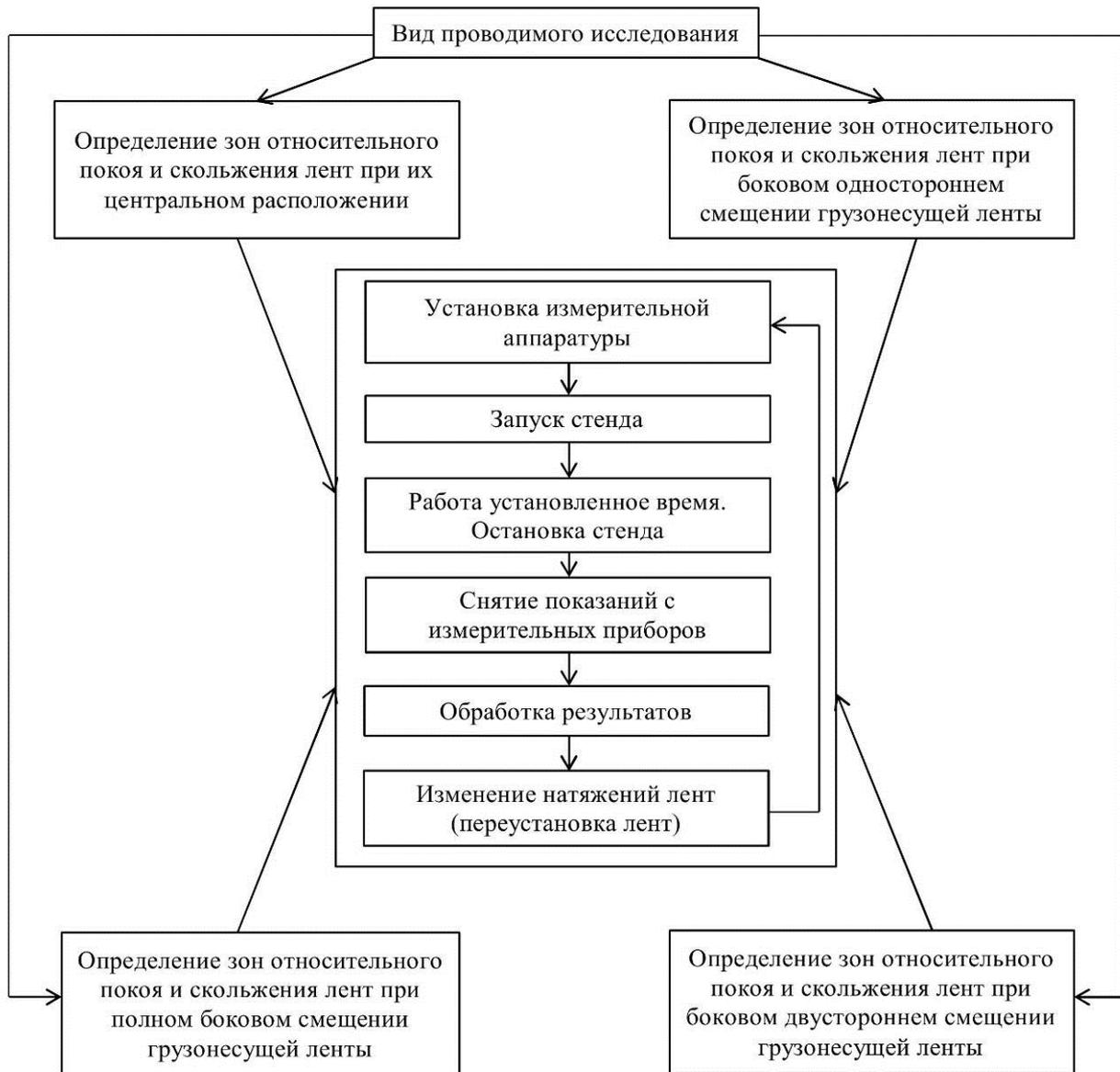


Рис. 7. Общая схема проведения экспериментальных исследований

Проведение описанных исследований позволит произвести уточнение математических моделей взаимодействия грузонесущей и тяговой лент на участках промежуточных ленточных приводов и, соответственно, методик тягового расчета многоприводных ленточных конвейеров, а также обосновать рациональные конструктивные параметры промежуточных ленточных приводов в целях нейтрализации негативных эффектов, образующихся в зависимости от различных условий взаимодействия грузонесущей и тяговой лент.

Список литературы

1. Современная теория ленточных конвейеров горных предприятий / В.И. Галкин, В.Г. Дмитриев, В.П. Дьяченко [и др.]. – М.: Изд-во МГГУ, 2005. – 543 с.
2. Тарасов, Ю.Д. Промежуточные приводы ленточных конвейеров / Ю.Д. Тарасов, Д.А. Юнгмейстер, В.А. Авдеев. – М.: Недра, 1996. – 157с.

3. Дьячков, В.К. Результаты исследования линейных фрикционных приводов многоприводного ленточного конвейера / В.К. Дьячков // Машины непрерывного транспорта: сб. науч. тр. – М.: ВНИИПТМАШ, 1971. – Вып. 2. – №11. – С. 33-51.
4. Барабанов, В.Б. Результаты второго этапа эксплуатационных испытаний промышленного образца многоприводного ленточного конвейера / В.Б. Барабанов // Машины непрерывного транспорта: сб. науч. тр. – М.: ВНИИПТМАШ, 1971. – Вып. 2. – №11. – С. 52-58.
5. Дьячков, В.К. Многоприводные ленточные конвейеры большой протяженности: сб. научных трудов / В.К. Дьячков. – М.: ВНИИПТМАШ, 1974. – Вып. 2. – №11. – С. 33.
6. Реутов, А.А. Анализ совместной работы концевой и промежуточной приводов ленточного конвейера / А.А. Реутов, К.А. Гончаров // Вестник БГТУ. - 2010. – №2. – С. 42–45.
7. Гончаров, К.А. Определение зон относительного скольжения и покоя грузонесущей и тяговой лент при использовании промежуточных приводов ленточных конвейеров / К.А. Гончаров // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. - 2015. – №2. – С.31–37.
8. Гончаров, К.А. Обоснование методики выбора рациональных вариантов систем приводов ленточных конвейеров на основе метода анализа иерархий / К.А. Гончаров // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. - 2016. – №2. – С. 66-70.
9. Колояров, В.К. Результаты и перспективы применения промежуточных приводов на шахтных ленточных конвейерах / В.К. Колояров, В.А. Куцанкин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2009. – №12. – Т.10. – С. 38–43.
10. Alspaugh, M.A. The Evolution of Intermediate Driven Belt Conveyor Technology / M.A. Alspaugh // Bulk solids handling. – 2003. - Vol. 23. – No. 3. – P. 77–84.
11. Труфанова, И.С. Обоснование рациональных параметров промежуточных линейных приводов с прижимными элементами для ленточных конвейеров: дис... канд. техн. наук: 05.05.06. – Санкт-Петербург, 2014. – 151 с.
12. Дмитриева, В.В. Поддержание величины тягового фактора ленточного конвейера с двухдвигательным приводом / В.В. Дмитриева, Куанг Пьей, Вин Зо // Современные наукоемкие технологии. - 2015. – №10. – С. 20–28.

Об авторах

Гончаров Кирилл Александрович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Подъемно-транспортные машины и оборудование» ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», *ptm_bstu@mail.ru*.

Гришин Александр Валентинович – аспирант кафедры «Подъемно-транспортные машины и оборудование» ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», *ptm_bstu@mail.ru*.

EXPERIMENTAL TEST BENCH FOR THE STUDY OF IMPACT OF INTERMEDIATE BELT DRIVE CONSTRUCTION OF BELT CONVEYOR ON ITS OPERATION

Goncharov K.A., Grishin A.V.

Bryansk State Technical University, Bryansk, Russian Federation

This article describes the structure of experimental test bench for the study of impact of intermediate belt drive construction of belt conveyor on its operation. There is a justification for test bench designing and conducting a variety of tests using this test bench.

Key words: *experimental test bench, intermediate belt drive, belt conveyor.*

DOI: <https://doi.org/10.22281/2413-9920-2017-03-01-52-59>

References

1. Galkin V.I., Dmitriev V.G., Dyachenko V.P. *Sovremennaya teoriya lentochnykh konveyerov gornyykh predpriyatiy* [Actual theory of belt conveyors in mining]. Moscow, MSMU publishing company, 2005. 543 p.
2. Tarasov Ju.D., Jungmeister D.A., Avdeev V.A. *Promezhutochnye privody lentochnykh konveyerov* [Intermediate drives of belt conveyors]. Moscow, Nedra, 1996. 157 p.
3. Diachkov V.K. Rezultaty issledovaniy lineinykh friktsionnykh privodov mnogoprivodnogo lentochnogo konveyera. *Sbornik nauchnykh trudov "Mashiny nepreryvnogo transporta"*. Moscow, VNIPTMASH, 1971, Vol.2, No.11, pp. 33-51.
4. Barabanov V.B. Rezultaty vtorogo etapa expluatacionnykh ispytaniy promyshlennogo obrazca mnogoprivodnogo lentochnogo konveyera. *Sbornik nauchnykh trudov "Mashiny nepreryvnogo transporta"*. Moscow, VNIPTMASH, 1971, Vol.2, No.11, pp. 52–58.
5. Diachkov V.K. Mnogoprivodnye lentochnye konveyery bolshoy protyazhennosti. *Sbornik nauchnykh trudov*. Moscow, VNIPTMASH, 1974, Vol.2, No.11. 33 p.
6. Reutov A.A., Goncharov K.A. Analysis of mutual work of belt conveyer's head and intermediate drives. *Vestnik BGTU*, 2010, No.2, pp. 42–45.
7. Goncharov K.A. Determination of relative immobile and sliding areas between carrying and tractive belts in using of belt conveyor intermediate drives. *Nauchno-tehnicheskiiy vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2015, No.2, pp. 66-70.
8. Goncharov K.A. Substantiation of selection method of preferred alternative of belt conveyor drive systems on the basis of the analytic hierarchy process. *Nauchno-tehnicheskiiy vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2016, No.2, pp. 31-37.
9. Koloyarov V.K., Kucankin V.A. Results and perspectives of using the booster drive on mining belt conveyors. *Mining informational and analytical bulletin*, 2009, Vol.10, No.12, pp. 38-43.
10. Alspaugh M.A. The Evolution of Intermediate Driven Belt Conveyor Technology. *Bulk solids handling*, 2003, Vol. 23, No.3, pp. 77–84.
11. Trufanova I.S. Justification of rational parameters of intermediate line drives with pressure elements for belt conveyors. Cand. Diss. (Engineering). St. Petersburg, 2014.
12. Dmitrieva V.V., Kaung Pyae Aung, Win Zaw Htay. Maintaing traction factor value of belt conveyor with two-engine drive. *Technical sciences*, 2015, No.10, pp. 20-28.

Authors' information

Kirill A. Goncharov – PhD in Technical Sciences, associate Professor, head of the Department "Handling machinery and equipment" at BSTU, Bryansk, Russia, ptm_bstu@mail.ru.

Alexander V. Grishin – postgraduate student of the Department "Handling machinery and equipment" at BSTU, Bryansk, Russia, ptm_bstu@mail.ru.

Дата публикации
(Date of publication):
25.03.2017

