

УДК 621.867

ВЛИЯНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПОДВЕСОК НА ТРАССЕ КОНВЕЙЕРА С ПОДВЕСНОЙ ЛЕНТОЙ И РАСПРЕДЕЛЕННЫМ ПРИВОДОМ ПРИ ЗАКЛИНИВАНИИ ПРИВОДНЫХ РОЛИКОВ.

Толкачев Е.Н.

ЗАО «Брянский арсенал» (Брянск, Россия)

Статья посвящена актуальному вопросу, связанному с моделированием отказов приводных подвесок конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом. Используя разработанную математическую модель отказов ведущих подвесок вследствие заклинивания приводного ролика, для эталонной конструкции конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом выполнено моделирование динамических характеристик. Проведено исследование влияния месторасположения отказавших приводных подвесок на трассе на главные технические характеристики конвейера с подвесной лентой.

Ключевые слова: заклинивание роликов, конвейер ленточный, лента подвесная, модель математическая, отказ, подвеска, привод распределенный.

DOI: 10.22281/2413-9920-2018-04-01-71-78

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ для научных проектов, выполняемых молодыми учеными (Мой первый грант) № 16-38-00058.

Конвейеры с подвесной лентой и распределенным приводом (рис. 1) относятся к многоприводным ленточным конвейерам [1, 2] и предназначены для беспросыпного транспортирования груза по трассе сложной пространственной конфигурации и неограниченной протяженности [3-7]. Многоприводность в конструкции таких конвейеров реализована посредством оборудования части роликовых подвесок индивидуальными мотор-редукторными приводами [8, 9]. Вместе с тем значительное количество высоконагруженных и движущихся однотипных приводных (ведущих) и неприводных (холостных) подвесок подвержено в процессе эксплуатации различным видам отказов вследствие протекающих при их работе деструктивных физических процессов различной природы [10-14]. В частности, конструктивные особенности конвейера в виде перемещающихся подвесок с мотор-редукторным приводом и встроенным тормозом нормально-замкнутого типа предрасполагают к возникновению потенциально возможного вида отказа, проявляющегося в заклинивании приводного ролика [15, 16].

В одной из ранних публикаций [17] приведена математическая модель, служащая для анализа динамических характеристик конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом, при возникновении отка-

зов ведущих подвесок, связанных с заклиниванием приводных роликов.

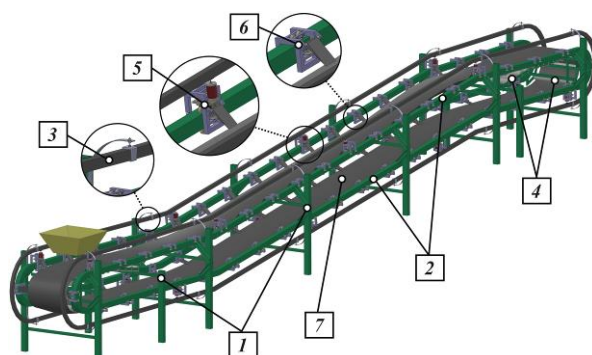


Рис. 1. Общий вид конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом:

- 1 – стая; 2 – направляющие качения;
- 3 – токоведущий тролейный шинопровод;
- 4 – стационарные ролюкоопоры;
- 5 – приводные подвески; 6 – неприводные подвески; 7 – лента

Выходящие из строя приводные подвески в момент отказа вероятно имеют произвольное расположение на трассе. В тоже время, можно выделить крайние расчетные ситуации, когда подвески распределены с постоянным шагом по всей трассе, либо, наоборот, отказавшие подвески скоплены в одной области. В особенности, учитывая последнюю расчетную ситуацию, важно первоначально оценить – влияет ли на результаты расчета динамических характеристик

конвейера месторасположение отказавших подвесок на трассе. Исследование влияния отказов вследствие заклинивания приводных роликов ведущих подвесок на рабочие характеристики конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом выполнено посредством моделирования искусственного отключения и стопорения приводов ряда подвесок в определенный момент времени с помощью разработанной математической модели отказов приводных подвесок [17], в основе которой лежит математическая модель [18].

В качестве эталонного варианта выбран конвейер с подвесной лентой и распределенным приводом, технические характеристики которого представлены на рис. 2. и табл. 1.

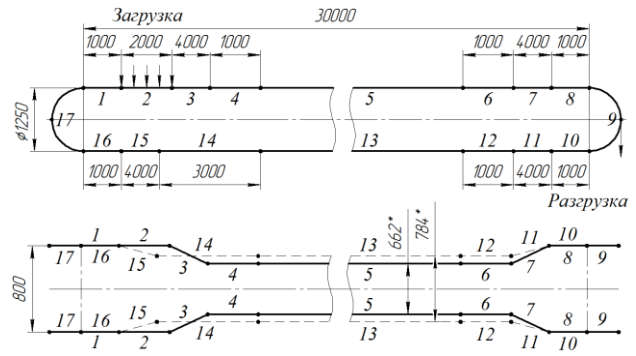


Рис. 2. Схема трассы эталонного конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом: 1-8 – грузовая ветвь; 10-16 – холостая ветвь; 9, 17 – концевые поворотные участки; 2 – загрузочный пункт; 3, 11 – желобообразующие участки; 7, 15 – выполаживающие участки; 5, 13 – линейные участки

Таблица 1

Технические характеристики эталонного конвейера

| Технические параметры | Значение |
|--|----------|
| <i>Общие параметры</i> | |
| Длина горизонтальной проекции конвейера L , м | 30 |
| Радиус концевой поворотной секции R , м | 0,625 |
| Угол наклона конвейера α , град | 0 |
| Производительность расчетная Q_p , т/ч | 200 |
| Объемная плотность транспортируемого груза ρ , т/м ³ | 1,2 |
| Угол естественного откоса груза φ , град | 20 |
| Скорость транспортирования расчетная $v_{зр}$, м/с | 1,0 |
| Общее количество подвесок на одном контуре n , шт. | 80 |
| Количество приводных подвесок (дискретных участков) на контуре n_n , шт. | 20 |
| Количество подвесок в дискретном участке на одном контуре $n_{дy}$, шт. | 4 |
| Шаг подвесок h_n , м | 0,8 |
| <i>Параметры подвесок</i> | |
| Сила прижатия прижимного устройства ведущей подвески F_{np} , Н | 140 |
| Номинальный крутящий момент на валу привода ведущей подвески $M_{крn}$, Н·м | 8,0 |
| Номинальная скорость вращения n_n , об/мин | 148,0 |
| Скорость вращения без нагрузки n_x , об/мин | 165,0 |
| Масса металлоконструкции прижимной секции $m_{мкнс}$, кг | 1,0 |
| Масса приводного ролика m_{np} , кг | 2,0 |
| Масса мотор-редуктора $m_{мр}$, кг | 4,2 |
| Масса металлоконструкции несущей секции $m_{мкнс}$, кг | 7,0 |
| Масса неприводного ролика m_{np} , кг | 0,07 |
| Масса металлоконструкции неприводной подвески $m_{мкнп}$, кг | 5,0 |

Окончание табл. 1

| Технические параметры | Значение |
|---|----------|
| Наружный радиус приводного ролика r_{np} , м | 0,065 |
| Наружный радиус холостого ролика r_{np} , м | 0,025 |
| Внутренний радиус ролика r_o , м | 0,006 |
| Коэффициент трения качения приводного ролика (резина-сталь) f_{np} , м | 0,0077 |
| Коэффициент трения скольжения приводного ролика (резина-сталь) μ_{np} | 0,5 |
| Коэффициент трения качения неприводного ролика (сталь-сталь) f_{np} , м | 0,001 |
| Коэффициент трения скольжения в оси неприводного ролика μ_{np_o} | 0,03 |
| Количество холостых роликов в приводной подвеске k_{II} , шт. | 6 |
| Количество холостых роликов в неприводной подвеске k_H , шт. | 4 |
| <i>Параметры ленты</i> | |
| Ширина ленты B , м. | 0,8 |
| Число прокладок ленты i_0 , шт. | 3 |
| Толщина верхней обкладки δ_1 /нижней обкладки δ_2 , мм | 1,0/2,0 |
| Толщина тягового каркаса ленты y_{max} , мм | 3 |
| Прочность ленты $[\sigma_p]$, Н/мм | 400 |
| Модуль упругости ленты E_x , МПа | 380 |
| Модуль упругости ленты в поперечном направлении E_z , МПа | 190 |
| Коэффициент жесткости k , кН/м | 570 |
| Коэффициент затухания колебаний ζ | 0,05 |

Сравнительный расчет динамических характеристик конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом при различном

времени наступления отказа выполнялся в соответствии со схемой исходного расположения приводных подвесок на трассе (рис. 3).



Рис. 3. Схема исходного расположения подвесок конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом на трассе

Моменты времени наступления отказа следующие:

1) 10 секунд – момент времени, при котором приводная подвеска №1, двигающаяся с номинальной скоростью в 1 м/с, окажется в начале грузового желобчатого участка конвейера (рис. 4, а).

2) 30 секунд – момент времени, при котором приводная подвеска №1, двигающаяся с номинальной скоростью в 1 м/с, окажется в

конце грузовой ветви, и следующие за ней приводные подвески отказавшей группы займут положения на грузовой ветви (рис. 4, б).

3) 60 секунд – момент времени, при котором приводная подвеска №1, двигающаяся с номинальной скоростью в 1 м/с, окажется в начале трассы на холостой ветви, и следующие за ней приводные подвески отказавшей группы займут положения на холостой ветви (рис. 4, в).

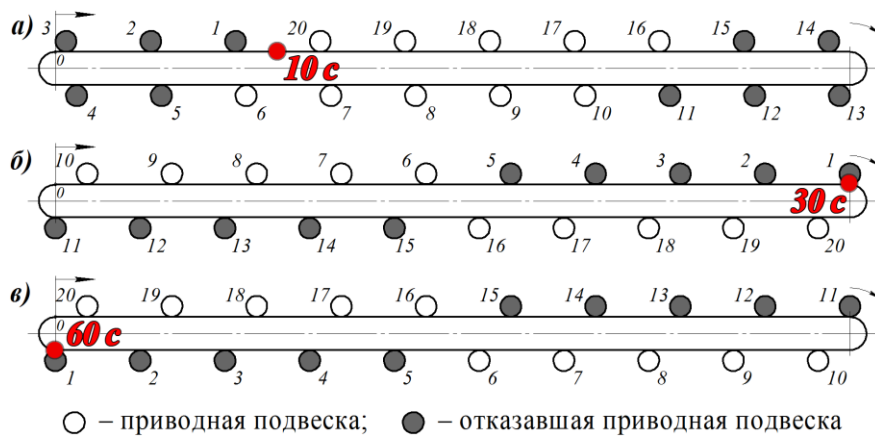


Рис. 4. Схема расположения приводных подвесок на трассе при наступлении отказа в следствие заклинивания приводного ролика в моменты времени: а – 10 с; б – 30 с; в – 60 с

Результаты расчета основных технических характеристик конвейера представлены на рис. 5-7.

В целом изменение во времени общей мощности ведущих приводов подвесок конвейера с подвесной лентой при отказе в различные моменты времени имеет схожий характер распределения значений (рис. 5). В моменты наступления отказа проявляются резкие и кратковременные падения мощности до 25% от среднего значения в 4,8 кВт, после которых наблюдается повышение ве-

личины мощности. В данном расчетном случае мощность приводов повышается на 8,6% до 5,3 кВт от номинальной средней величины 4,8 кВт и значительно изменяется при движении вдоль трассы. При передвижении группы отказавших подвесок с грузовой на холостую ветвь (момент времени 30 с) мощность конвейера начинает снижаться до величины 4,9 кВт, а при переходе с холостой на грузовую ветвь (момент времени 60 с) мощность вновь повышается до исходной величины 5,3 кВт.

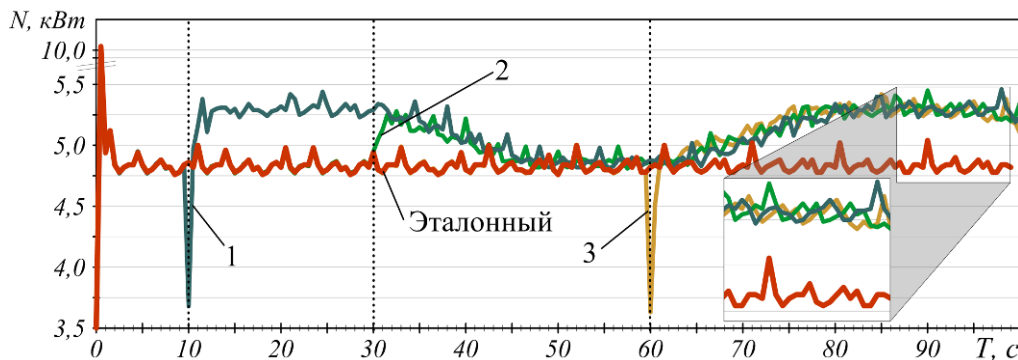


Рис. 5. Изменение мощности конвейера во времени при наступлении отказа в следствие заклинивания приводного ролика в моменты времени: 1 – 10 с; 2 – 30 с; 3 – 60 с

Скорость транспортирования (рис. 6) имеет обратный характер изменения значений. В моменты отказа происходят резкие падения скорости на величину до 5,5% (0,955 м/с). Далее при перемещении вдоль трассы приводной подвески скорость конвейера также изменяется с некоторой амплитудой, возрастая в области холостой до 0,964 м/с и убывая в области грузовой ветви до 0,955 м/с.

Продольные напряжения повышаются при наступлении отказов приводных подвесок

(рис. 7). Рост значений в области максимальных значений составляет порядка 21% от значения 1,26 МПа для эталонного варианта. Далее при перемещении вдоль трассы зависимости продольных напряжений в ленте от времени наступления отказа имеют одинаковый характер распределения значений.

В результате выполненного анализа влияния месторасположения групп подвесок на трассе конвейера в момент наступления их отказа вследствие заклинивания приводного ролика следует отметить, что значения

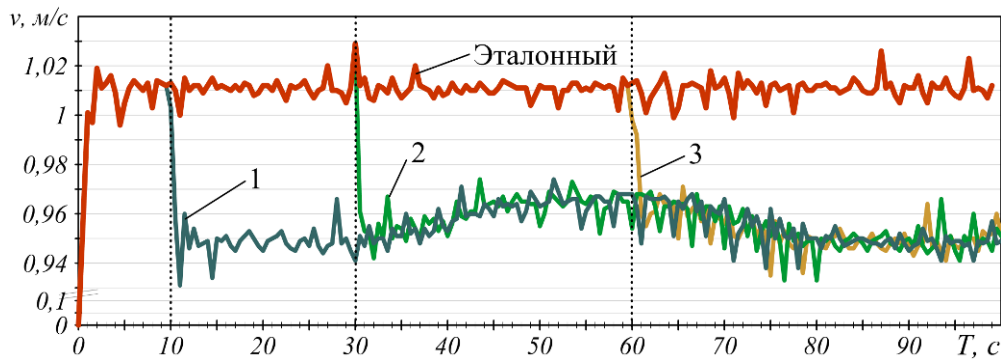


Рис. 6. Изменение скорости конвейера во времени при наступлении отказа в следствие заклинивания приводного ролика в моменты времени: 1 – 10 с; 2 – 30 с; 3 – 60 с

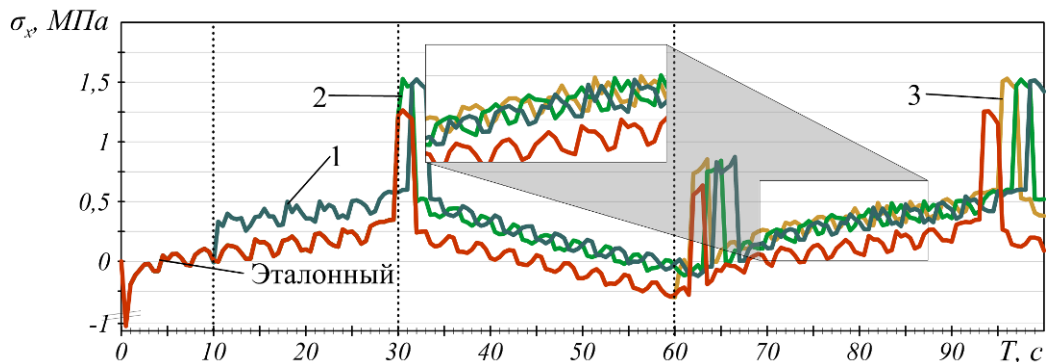


Рис. 7. Изменение продольных напряжений в ленте конвейера во времени при наступлении отказа в следствие заклинивания приводного ролика в моменты времени: 1 – 10 с; 2 – 30 с; 3 – 60 с

общей мощности приводов и скорости транспортирования носят несколько иной характер распределения значений в отличие от результатов, полученных для отказов, связанных с нарушением подводов электропитания приводов [19]. Колебания величин, сопровождающиеся повышением мощности и сокращением скорости на грузовой ветви, а также убыванием мощности и увеличением скорости на холостой, обуславливаются значительным повышением сопротивления движению отказавших ведущих подвесок вследствие возникновения трения скольжения приводных роликов в совокупности с изменяющейся величиной равнодействующей сил тяжести прижимной секции и усилия со стороны пружины прижимного устройства [4, 20]. В целом значения рассчитываемых динамических характеристик (общей мощности приводов, скорости транспортирования груза и продольных напряжений в конвейерной ленте) сохраняются практически одинаковыми и мало зависят от положения подвесок в момент отказа на трассе. Такой результат позволяет обоснованно вы-

полнять последующий комплекс расчетов, связанных с моделированием отказа приводных подвесок конвейера вследствие заклинивания, выбирая произвольный наиболее удобный для расчета момент времени наступления отказа и соответствующую положению вышедшей из строя подвеске точку на трассе.

Список литературы

1. 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. – Режим доступа: <http://ntv-brgu.ru/wp-content/arhiv/2016-N2/2016-02-06.pdf>.
2. 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 уни-

верситета. – 2015. – № 2. – С. 31-37. – Режим доступа: <http://ntv-brgu.ru/wp-content/arhiv/2015-N2/2015-02-04.pdf>.

3. Лагерев, А.В. Конвейеры с подвесной грузонесущей лентой – инновационный вид машин непрерывного транспорта / А.В. Лагерев, В.П. Дунаев // Справочник. Инженерный журнал, 2009. – № 10. – С. 9-14.

4. Лагерев, А.В. Проектирование и исследования конвейеров с подвесной грузонесущей лентой / А.В. Лагерев, Е.Н. Толкачев, П.В. Бословяк. – Брянск: РИО БГУ, 2016. – 303 с.

5. Lagerev, A.V. Analyzing the Discreet Section Suspension Parameters in a Conveyor with Suspended Belt and Distributed Drive / A.V. Lagerev, E.N. Tolkachev, I.A. Lagerev // Journal of Mechanical Science and Technology. – 2017. – Vol. 31, N. 10. – P. 4669-4678.

6. Lagerev, A.V. Modelling of a Vertical Loop Conveyor with Suspended Belt and Distributed Drive / A.V. Lagerev, E.N. Tolkachev, I.A. Lagerev // International Review on Modelling and Simulations. – 2016. – Vol. 9, N. 4. – P. 271-279.

7. Толкачев, Е.Н. Особенности определения усилий, приложенных к подвескам конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом, в зависимости от их пространственной конфигурации на трассе / Е.Н. Толкачев // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2015. – № 2. – С. 44-51. – Режим доступа: <http://ntv-brgu.ru/wp-content/arhiv/2015-N2/2015-02-06.pdf>.

8. Лагерев, А.В. Определение рационального количества подвесок конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом / А.В. Лагерев, Е.Н. Толкачев // Вестник СибАДИ. – 2016. – № 4. – С. 25-34.

9. Лагерев, А.В. Рациональные параметры подвесок конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом / А.В. Лагерев, Е.Н. Толкачев // Подъемно-транспортное дело. – 2016. – № 1-2 (84). – С. 17-20.

10. Зорин, В.А. Основы долговечности строительных и дорожных машин / В.А. Зорин. – М.: Машиностроение, 1986. – 248 с.

11. Ивашков, И.И. Монтаж, эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных машин / И.И. Ивашков. – М.: Машиностроение, 1981. – 335 с.

12. Крагельский, И.В. Основы расчетов на трение и износ / И.В. Крагельский, М.Н. Добычин, В.С. Комбалов. – М.: Машиностроение, 1977. – 526 с.

13. Лагерев, А.В. Эрозия паровых турбин: вероятностный подход: в 3 т. Том. 1. Вероятностный анализ эрозии паровых турбин / А.В. Лагерев. – М.: Машиностроение-1, 2006. – 267 с.

14. Сероштан, В.И. Диагностирование грузоподъемных машин / В.И. Сероштан, Ю.С. Огарь, А.И. Головин, А.И. Глазун, М.И. Селиванов, В.В. Рахаев. – М.: Машиностроение, 1992. – 192 с.

15. Лагерев, А.В. Моделирование рабочих процессов и проектирование многоприводных ленточных конвейеров / А.В. Лагерев, Е.Н. Толкачев, К.А. Гончаров. – Брянск: РИО БГУ, 2017. – 384 с.

16. Лагерев, А.В. Исследование отказов приводных подвесок конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом / А.В. Лагерев, Е.Н. Толкачев // Проблемы исследования систем и средств автомобильного транспорта. – Вып. 2. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. – С. 343-349.

17. Толкачев Е.Н. Математическая модель отказа приводов ведущих подвесок конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом при заклинивании приводных роликов / Е.Н. Толкачев // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2017. – № 3. – С. 333-343. DOI: 10.22281/2413-9920-2017-03-03-333-343

18. Лагерев, А.В. Математическая модель конвейера с подвесной лентой, распределенным приводом и вертикально замкнутой трассой / А.В. Лагерев, Е.Н. Толкачев // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2014. - № 3. – С. 44-52.

19. Толкачев, Е.Н. Влияние положения подвесок на трассе конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом при нарушении подвода электропитания приводов / Е.Н. Толкачев // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2017. – № 4. – С. 426-434. DOI: 10.22281/2413-9920-2017-03-04-447-455

20. Толкачев, Е.Н. Особенности определения усилий, приложенных к подвескам конвейера с подвесной лентой и распреде-

ленным приводом, в зависимости от их пространственной конфигурации на трассе / Е.Н. Толкачев // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2015. – № 2. – С. 44-51. – Режим доступа: <http://ntv-brgu.ru/wp-content/arhiv/2015-N2/2015-02-06.pdf>.

Сведения об авторе

Толкачев Евгений Николаевич – кандидат технических наук, инженер-конструктор ЗАО «Брянский Арсенал», tolkachev_en@mail.ru.

THE IMPACT OF THE PROVISIONS OF THE SUSPENSIONS ON THE TRACK OF CONVEYOR WITH SUSPENDED BELT AND DISTRIBUTED DRIVE AT JAMMING ROLLERS

Tolkachev E.N.

CJSC "Bryanskiy Arsenal" (Bryansk, Russian Federation)

The article is devoted to the topical issue, which is related to simulation of the failures of drives suspensions of the conveyor with suspended belt and distributed drive. Using the developed mathematical model of the failures drives suspensions due to jamming rollers to the reference design of conveyor with suspended belt and distributed drive is performed modelling of dynamic characteristics. Investigation of the influence of the location of the failed drives suspensions on the track on the main technical characteristics of the conveyor belt with suspended belt was carried out.

Key words: conveyor belt, distributed drive, failure, jamming rollers, mathematical model, suspended belt, suspension.

DOI: 10.22281/2413-9920-2018-04-01-71-78

The study was conducted with the financial support of RFBR grant for research projects carried out by young scientists (My first grant) № 16-38-00058.

References

1. Goncharov K.A. Substantiation of selection method of preferred alternative of belt conveyor drive systems on the basis of the analytic hierarchy process. *Nauchno-tekhnicheskiy vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2016, No.2, pp. 66-70. Available at: <http://ntv-brgu.ru/wp-content/arhiv/2016-N2/2016-02-06.pdf>. (In Russian)

2. Goncharov K.A. Determination of relative immobile and sliding areas between carrying and tractive belts in using of belt conveyor intermediate drives. *Nauchno-tekhnicheskiy vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2015, No.2, pp. 31-37. Available at: <http://ntv-brgu.ru/wp-content/arhiv/2015-N2/2015-02-04.pdf>. (In Russian)

3. Lagerev A.V., Dunaev V.P. Conveyors with suspension carrying belt – new type of continuous transport mashines. *Inzhenerniy zhurnal. Spravochnik*, 2009, No.10, pp. 9-14. (In Russian)

4. Lagerev A.V., Tolkachev E.N., Boslovjak P.V. *Proektirovanie i issledovaniya konveyerov s podvesnoy gruzonesushchey lentoy* [Design and research of the hanging ribbon]. Bryansk: RIO BGU, 2016. 303 p. (In Russian)

5. Lagerev A.V., Tolkachev E.N., Lagerev I.A. Analyzing the Discreet Section Suspension Parameters in a Conveyor with Suspended Belt and Distributed Drive. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 2017, Vol.31, No.10, pp. 4669-4678. (In Russian)

6. Lagerev A.V., Tolkachev E.N., Lagerev I.A. Modelling of a Vertical Loop Conveyor with Suspended Belt and Distributed Drive. *International Review on Modelling and Simulations*, 2016, Vol.9, No.4, pp. 271-279. (In Russian)

7. Tolkachev E.N. Specifics of determining the forces are applied to the suspensions of conveyor with suspended belt and distributed drive, depending on their spatial configuration on the route. *Nauchno-tekhnicheskiy vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*,

2015, No.2, pp. 44-51. Available at: <http://ntv-brgu.ru/wp-content/arhiv/2015-N2/2015-02-06.pdf>. (In Russian)

8. Lagerev A.V., Tolkachev E.N. Determination of rational number suspensions of conveyor with suspended belt and distributed drive. *Vestnik SibADI*, 2016, No.5, pp. 25-34. (In Russian)

9. Lagerev A.V., Tolkachev E.N. Rational conveyor suspension parameters with suspended belt and distributed drive. *Podyemno-transportnoe delo*, 2016, No.1-2, pp. 17-20. (In Russian)

10. Zorin V.A. *Osnovy dolgovechnosti stroitelnykh i dorozhnykh mashin* [Fundamentals of durability of construction and road machinery]. M.: Mashinostroenie, 1986. 248 p. (In Russian)

11. Ivashkov I.I. *Montazh, ekspluatatsiya i remont podemno-transportnykh mashin* [Installation, operation and repair of lifting-transport machines]. Moscow, Mashinostroenie, 1981. 335 p. (In Russian)

12. Kragelskiy I.V., Dobyichin M.N., Kombalov V.S. *Osnovy raschetov na trenie i iznos* [Fundamentals of calculations on friction and wear]. Moscow, Mashinostroenie, 1977. 526 p. (In Russian)

13. Lagerev A.V. *Eroziya parovykh turbin: veroyatnostnyy podkhod: v 3 t. Tom. 1. Veroyatnostnyy analiz erozii parovykh turbin* [Erosion of steam turbines: a probabilistic approach: in 3 vol. Vol. 1. Probabilistic analysis of steam turbine erosion]. Moscow, Mashinostroenie-1, 2006. 267 p. (In Russian)

14. Seroshtan V.I., Ogar Yu.S., Golovin A.I., Glazun A.I., Selivanov M.I., Rakhaev V.V. *Diagnostirovanie gruzopodemnykh mashin* [The diagnostics of hoisting machines]. Moscow, Mashinostroenie, 1992. 192 p. (In Russian)

15. Lagerev A.V., Tolkachev E.N., Goncharov K.A. *Modelirovanie rabochikh protsessov i proektirovanie mnogoprivodnykh lentochnykh konveyerov* [Modeling of work processes and design of multi-drive belt conveyors]. Bryansk, RIO BGU, 2017. 384 p. (In Russian)

16. 1. Lagerev A.V., Tolkachev E.N. Investigation of failures driving suspensions of conveyor with suspension belt and distributed drive. *Materialy Mezhdunar. nauchno-tekhn. konf. "Problemy issledovaniya sistem i sredstv avtomobilnogo transporta"* [Proceedings of the Int. Scientific and Technical Conference "Problems of research of systems and means of motor transport"]. Tula, TGU, 2017, pp. 343-349 (In Russian)

17. Tolkachev E.N. Mathematical model of failure the drives suspensions of the conveyor with suspended belt and distributed drive at jamming rollers. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2017, No.3, pp. 333-343. DOI: 10.22281/2413-9920-2017-03-03-333-343 (In Russian)

18. Lagerev A.V., Tolkachev E.N. Mathematical model of a special conveyor with suspended belt and distributed drive. *Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2014, No.3, pp. 44-52. (In Russian)

19. Tolkachev E.N. The impact of the provisions of the suspensions on the track of conveyor with suspended belt and distributed drive in violation of the power supply of the drives. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2017. No. 4. pp. 426-434. DOI: 10.22281/2413-9920-2017-03-04-447-455 (In Russian)

20. Tolkachev E.N. Specifics of determining the forces are applied to the suspensions of conveyor with suspended belt and distributed drive, depending on their spatial configuration on the route. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2015, No.2, pp. 44-51. Available at: <http://ntv-brgu.ru/wp-content/arhiv/2015-N2/2015-02-06.pdf>. (In Russian)

Author' information

Evgeniy N. Tolkachev – Candidate of Technical Sciences, engineer-constructor at CJSC "Bryanskiy Arsenal", tolkachev_en@mail.ru.

Дата принятия к публикации
(Date of acceptance for publication)
05.03.2018

Дата публикации
(Date of publication):
25.03.2018

