

УДК 621.867

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОНВЕЙЕРА С ПОДВЕСНОЙ ЛЕНТОЙ И РАСПРЕДЕЛЕННЫМ ПРИВОДОМ НА ЕГО ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Толкачев Е.Н.

Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского, Брянск, Россия

Проанализировано влияние ряда конструктивных и режимных параметров конвейера на отдельные компоненты растягивающих напряжений в ленте конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом. Выполнен анализ влияния ряда конструктивных и режимных параметров на основные технические характеристики конвейера с подвесной лентой. Сформулированы рекомендации.

Ключевые слова: ленточный конвейер, подвеска, подвесная лента, распределенный привод, рациональные параметры, численный анализ.

DOI: 10.22281/2413-9920-2017-03-01-67-81

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

Конвейер с подвесной лентой и распределенным приводом – современная установка для непрерывного транспортирования насыпных грузов, конструкция и особенности работы которой приведены в работах [1-5] (рис.1).

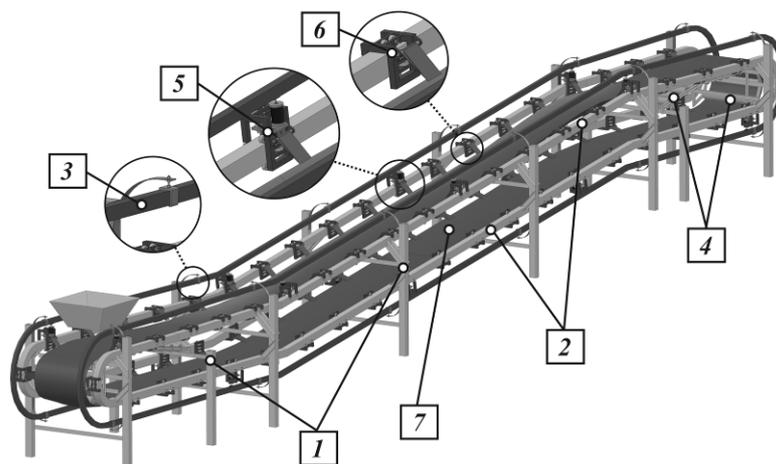


Рис. 1. Общий вид конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом:
1 – став; 2 – направляющие качения; 3 – токоведущие троллеи (шины); 4 – стационарные поддерживающие роликовые опоры; 5 – приводные подвески;
6 – неприводные (холостые) подвески; 7 – конвейерная лента

Благодаря оригинальной кинематической схеме конвейеры с подвесной лентой и распределенным приводом обладают определенными преимуществами, к которым помимо известных достоинств классических конвейеров с подвесной лентой относятся:

- многократное сокращение напряжений в продольном направлении ленты, проявляющееся в повышении ее долговечности, либо возможности использования менее прочной и дорогостоящей конвейерной ленты;
- возможность резервирования тяговой способности, повышения долговечности и вероятности безотказной работы конвейерной установки;
- достаточная адаптивность к возможным изменениям условий эксплуатации, например, связанным с изменением длины конвейера или его производительности;
- сокращение металлоемкости концевых участков ввиду отсутствия приводной и натяжной станций.

Приведенные преимущества подтверждают целесообразность совершенствования и проработки конструкции, а также развития подходов и методов расчета конвейеров с подвесной лентой и распределенным приводом.

В ранних работах приводится описание разработанных математических моделей, служащих для моделирования динамических характеристик конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом и исследования степени и направленности влияния конструктивных и режимных параметров на его главные технические характеристики [6-10]. Уточненные расчеты конвейера могут быть выполнены с использованием метода конечных элементов, использование которого в расчетах подъемно-транспортных машин (в том числе машин непрерывного транспорта) подробно рассмотрено в [11-15]. В данной работе оценим характер распределения отдельных компонент растягивающих напряжений в ленте и их изменение в зависимости от ряда конструктивных и режимных параметров, а также выполним анализ влияния ряда конструктивных и режимных параметров на основные технические характеристики конвейера с подвесной лентой.

Одной из отличительных конструктивных особенностей конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом является то, что грузонесущая лента удерживается по бортам подвесками. Поэтому помимо стандартных растягивающих напряжений, действующих в продольном направлении, в поперечном направлении конвейерной ленты возникают растягивающие напряжения от сил тяжести транспортируемого материала и грузонесущего полотна, а также от изгиба [16].

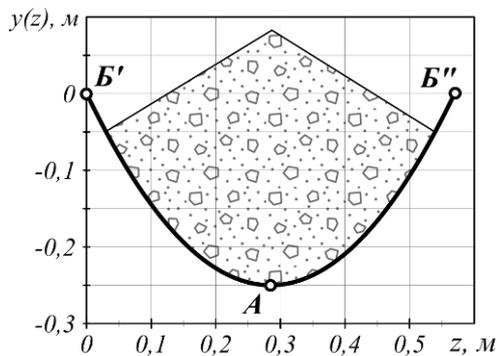


Рис. 2. Поперечное сечение ленты конвейера

В точке *A* поперечного сечения ленты (рис. 2), располагающейся на дне, напряжения от растяжения, возникающие от погонной нагрузки со стороны груза и ленты, равны нулю, а действующие напряжения формируются только за счет изгиба грузонесущего полотна. В точках *B'* или *B''*, расположенных по краю борта ленты растягивающие напряжения от погонной нагрузки со стороны ленты и груза складываются с напряжениями от изгиба. Методика расчета компонент напряжений, действующих в ленте конвейера с подвесной лентой приведена в работе [16, 17].

Схема конфигурации трассы эталонного конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом изображена на рис. 3, а технические характеристики приведены в табл. 1 [16, 18, 19].

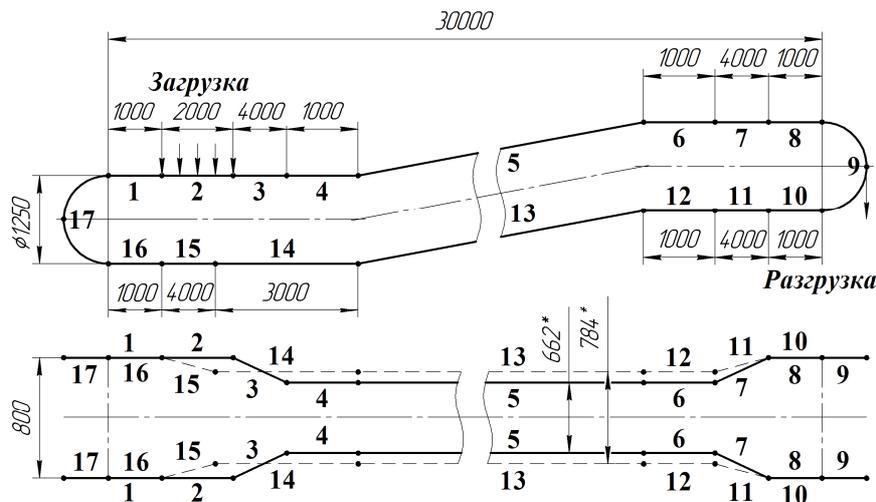


Рис. 3. Схема трассы эталонного конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом:
 1-8 – грузовая ветвь; 10-16 – холостая ветвь; 9, 17 – концевые поворотные участки;
 2 – загрузочный пункт; 3, 11 – желобообразующие участки; 7, 15 – выполаживающие участки;
 5, 13 – наклонные участки

Таблица 1

Технические характеристики эталонного конвейера

Техническая характеристика	Обозначение	Единица измер.	Значение
<i>Общие характеристики</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	n	шт.	80
Количество приводных подвесок (дискретных участков)	n_n	шт.	16
Количество подвесок в дискретном участке	$n_{д\text{у}}$	шт.	5
Шаг размещения подвесок	h_n	м	0,8
<i>Характеристики подвесок</i>			
Сила прижатия ведущего ролика приводной подвески	$F_{пр}$	Н	140
Номинальный крутящий момент на валу привода ведущей подвески	$M_{крн}$	Н·м	10,0
Номинальная скорость вращения	n_n	об/мин	148,0
Скорость вращения без нагрузки	n_x	об/мин	165,0
Масса металлоконструкции прижимной секции	$m_{мк\text{пс}}$	кг	1,0
Масса приводного ролика	$m_{пр}$	кг	2,0
Масса мотор-редуктора	$m_{мр}$	кг	4,2
Масса металлоконструкции несущей секции	$m_{мк\text{нс}}$	кг	7
Масса неприводного ролика	$m_{нр}$	кг	0,07
Масса металлоконструкции неприводной подвески	$m_{мкнп}$	кг	5,0
Наружный радиус приводного ролика	$r_{пр}$	м	0,065
Наружный радиус холостого ролика	$r_{нр}$	м	0,025
Внутренний радиус ролика	r_o	м	0,006
Коэффициент трения качения (резина-сталь)	$f_{пр}$	м	0,0077
Коэффициент трения скольжения (резина-сталь)	$\mu_{пр}$	-	0,5
Коэффициент трения качения (сталь-сталь)	$f_{нр}$	м	0,001
Коэффициент трения скольжения в осях	$\mu_{нрo}$	-	0,03
Количество холостых роликов в приводной подвеске	k_{Π}	шт.	6
Количество холостых роликов в неприводной подвеске	k_H	шт.	4
<i>Характеристики ленты</i>			
Ширина ленты	B	м	0,8
Число прокладок ленты	i_0	шт.	3
Толщина верхней обкладки / нижней обкладки	δ_1 / δ_2	мм	1,0 / 2,0
Толщина тягового каркаса ленты	y_{\max}	мм	3

Техническая характеристика	Обозначение	Ед. изм.	Значение
Толщина ленты	-	мм	9
Модуль упругости ленты в продольном направлении	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

Проведя расчет динамических характеристик конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом по ранее описанным математическим моделям [2, 6, 8-10] были получены результаты расчета растягивающих напряжений в ключевых точках поперечного сечения конвейерной ленты (рис. 4).

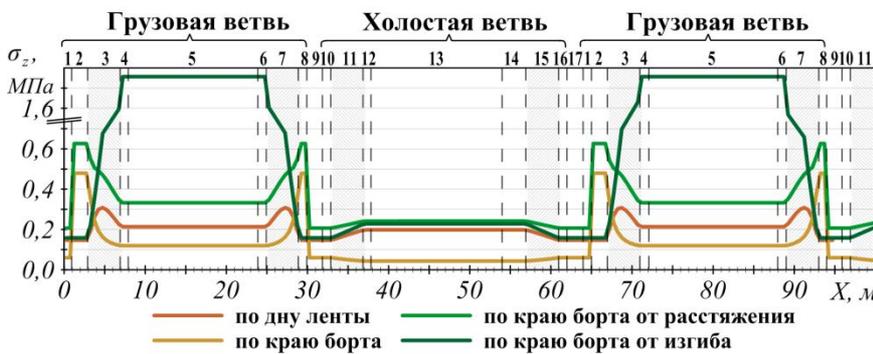


Рис. 4. Графики изменения растягивающих напряжений в точках поперечного сечения ленты при движении вдоль трассы конвейера

качения, а лента полностью выположена. Несколько выше значения напряжений (0,23 МПа) в области холостой ветви 12-14, что обусловлено имеющейся незначительной желобчатостью ленты на данных участках.

Компонента растягивающих напряжений от изгиба по краю борта ленты имеет схожие значения и характер распределения практически на всех участках трассы с выположенной формой ленты 1, 2, 8-17. Однако на грузовой ветви, где лента имеет желобчатое поперечное сечение, значения напряжений от изгиба значительно ниже (0,21 МПа). Это объясняется тем, что при выположенной форме ленты кривизна ее профиля практически одинаковая во всех точках, а в случае желобчатого поперечного сечения кривизна на дне ленты значительно превосходит величину кривизны по борту.

Растягивающие напряжения от действия погонной нагрузки со стороны транспортируемого материала и собственной массы ленты имеют абсолютно противоположный характер распределения значений. Так на выположенных участках грузовой ветви 2, 8 напряжения максимальны (0,48 МПа). А в области трассы с желобчатой формой ленты 4-6 они значительно ниже (0,12 МПа). Аналогичный характер распределения напряжений и на холостой ветви 9-17, однако, их величина существенно меньше (0,04 МПа), что обусловлено отсутствием груза на ленте.

При изменении величины погонной нагрузки от груза видно, что растягивающие напряжения по дну ленты, а также по краю борта остаются неизменными относительно эталонных значений (рис. 5). При этом значительно изменяются только растягивающие напряжения в области грузовой ветви 2-8.

Влияние модуля упругости конвейерной ленты в результате изменения его величины отображено на рис. 6. По графикам изменения растягивающих напряжений по дну ленты (рис. 6, а) видно, что увеличение модуля упругости сопровождается повышением напряже-

Напряжения, возникающие по дну ленты конвейера при ее изгибе, имеют максимальные значения (1,76 МПа) в области грузовой ветви на участке, которым лента имеет наибольшую желобчатость 4-6. Минимальные напряжения (0,16 МПа) действуют в ленте на загрузочно-разгрузочных участках 2, 9, где наибольшее расстояние между направляющими

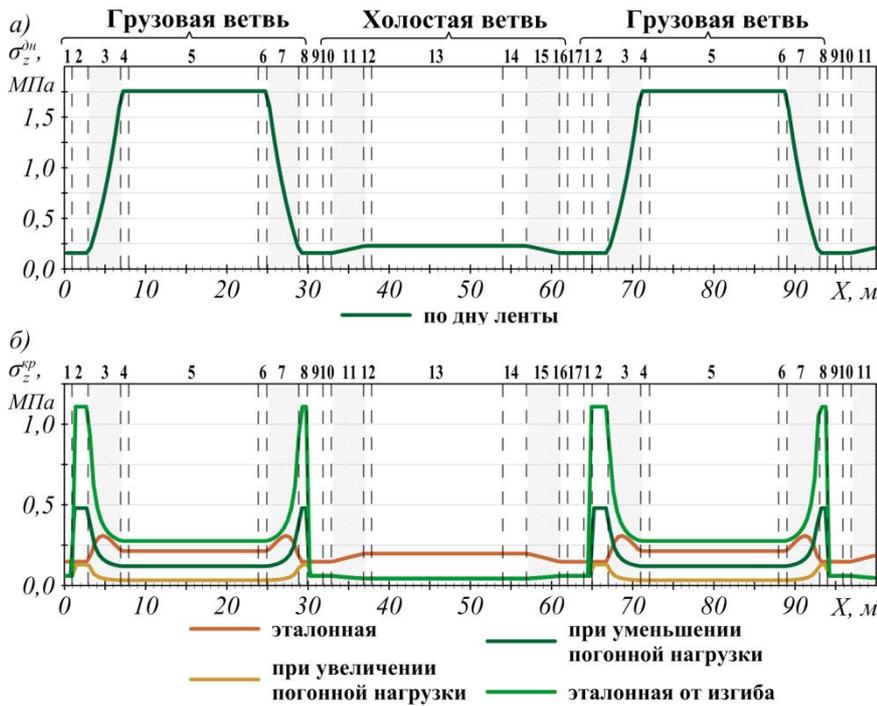


Рис. 5. Графики изменения растягивающих напряжений в точках поперечного сечения ленты при движении вдоль трассы конвейера в зависимости от погонной нагрузки: *a* – по дну ленты; *b* – по краю борта

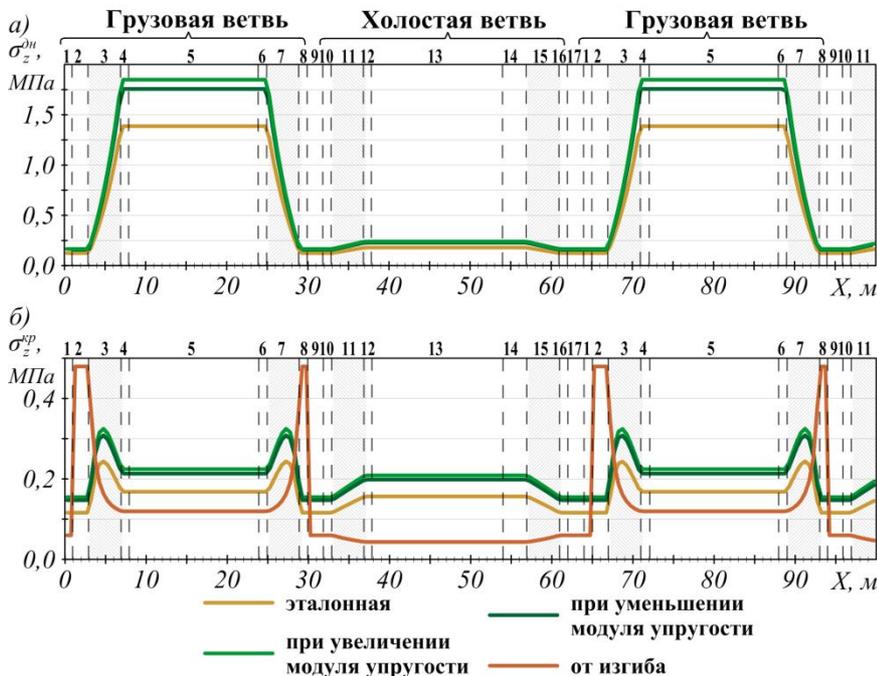


Рис. 6. Графики изменения растягивающих напряжений в точках поперечного сечения ленты при движении вдоль трассы конвейера в зависимости от модуля упругости ленты: *a* – по дну ленты; *b* – по краю борта

ний по всей длине трассы конвейера. Причем наибольший прирост отмечен в области грузовой ветви 4-6, где желобчатый профиль ленты имеет большую кривизну.

Схожий характер распределения растягивающих напряжений от изгиба и по краю борта ленты (рис. 6, б), за исключением того, что изменение величины напряжений практически постоянное вдоль трассы, так как кривизна профиля ленты по борту меняется незначительно.

С увеличением или сокращением расстояния между направляющими качениями в большей мере изменяются величины растягивающих напряжений от изгиба (рис. 7 *a, б*) и менее значительно растягивающие напряжения от погонной нагрузки (рис. 7, *в*). При большем расстоянии между направляющими качения напряжения от изгиба по дну ленты сокращаются, а по борту увеличиваются.

Растягивающие напряжения по борту ленты от действия погонной нагрузки грузонесущей ленты в зависимости от величины модуля упругости не изменяются.

По полученным результатам изменения напряжений в точках поперечного сечения конвейерной ленты при движении вдоль трассы видно, что максимальная величина напряжений от изгиба по дну ленты значи-

тельно превышает пиковые значения напряжений, возникающих по борту ленты (рис. 4). Однако увеличение расстояния между направляющими качения, а также уменьшение модуля упругости позволяет резко сократить величину растягивающих напряжений от изгиба по дну

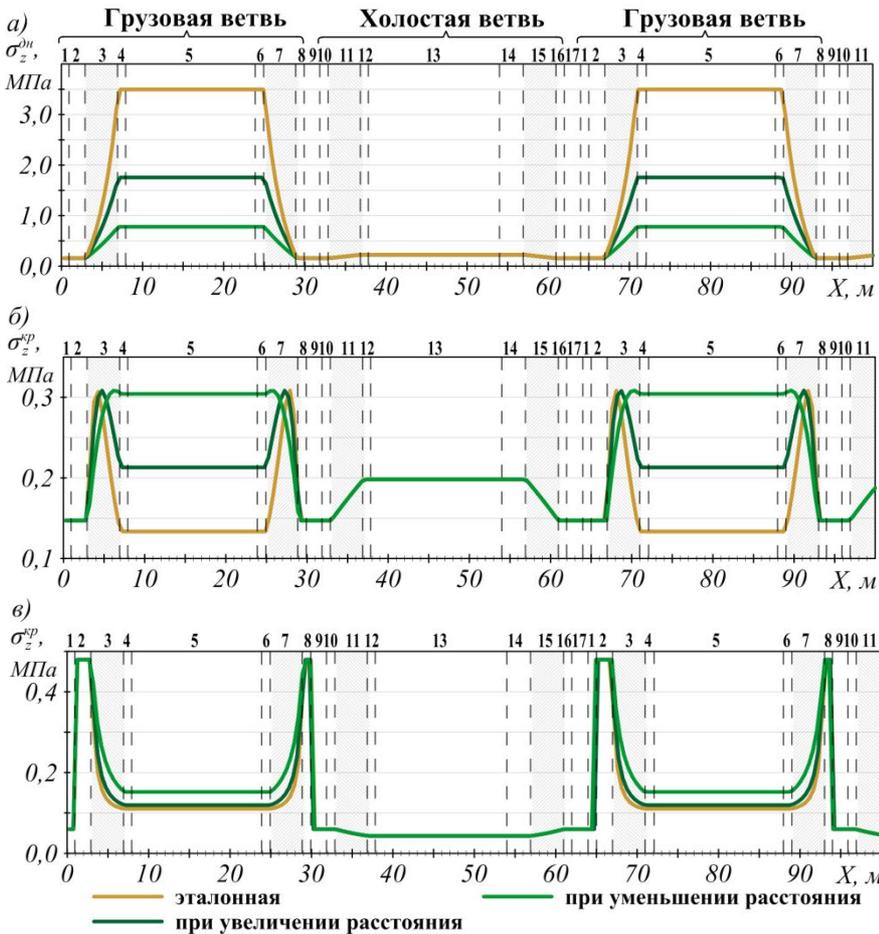


Рис. 7. Графики изменения растягивающих напряжений в точках поперечного сечения ленты при движении вдоль трассы конвейера в зависимости от расстояния между направляющими качения: а – по дну ленты; б – по краю борта от изгиба; в – по краю борта от погонной нагрузки

ала. Для того чтобы сохранить площадь поперечного сечения груза на ленте неизменной пропорционально плотности изменялась расчетная производительность. Значения варьируемых относительно эталонного конвейера параметров приведены в табл. 2.

ленты (рис. 7, а, рис. 6, а). Помимо этого повышение погонной нагрузки способствует значительному приросту растягивающих напряжений по борту ленты (рис. 5, б).

В совокупности отмеченные меры могут быть вполне реализованы в стандартной проектной ситуации. В таком случае картина распределения напряжений меняется на противоположную и максимальные напряжения возникают по краю борта ленты. Поэтому при анализе конструктивных и режимных параметров конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом важно рассчитывать напряжения как по дну ленты, так и по краю.

Влияние погонной нагрузки от транспортируемого груза на технические характеристики конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом оценивалась посредством варьирования плотности материала

Таблица 2
Значения технических характеристик при варьировании объемной плотности

Техническая характеристика	Численное значение		
	эталонное	минимальное	максимальное
Объемная плотность транспортируемого груза, т/м ³	1,2	0,2	5,0
Производительность расчетная, т/ч	200	33,33	833,33

Для ряда значений плотности транспортируемого материала от 0,2 т/м³ (опилки древесные, воздушно-сухие) до 5,0 т/м³ (концентрат железных руд, влажный) было выполнено моделирование динамических характеристик конвейера. По результатам расчетов в зависимости от величины объемной плотности транспортируемого груза построены графики общей мощности и скорости движения ленты (рис. 8 и 9).

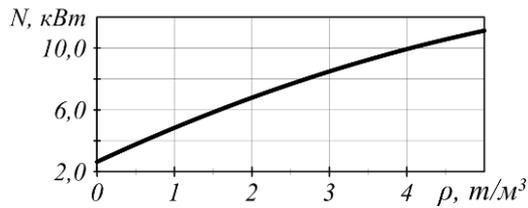


Рис. 7. Зависимость мощности конвейера от плотности транспортируемого груза

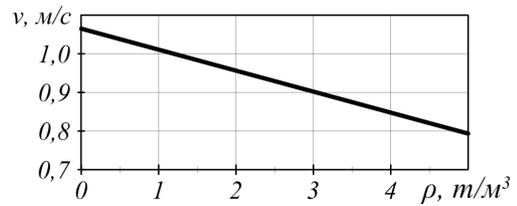


Рис. 8. Зависимость скорости конвейера от плотности транспортируемого груза

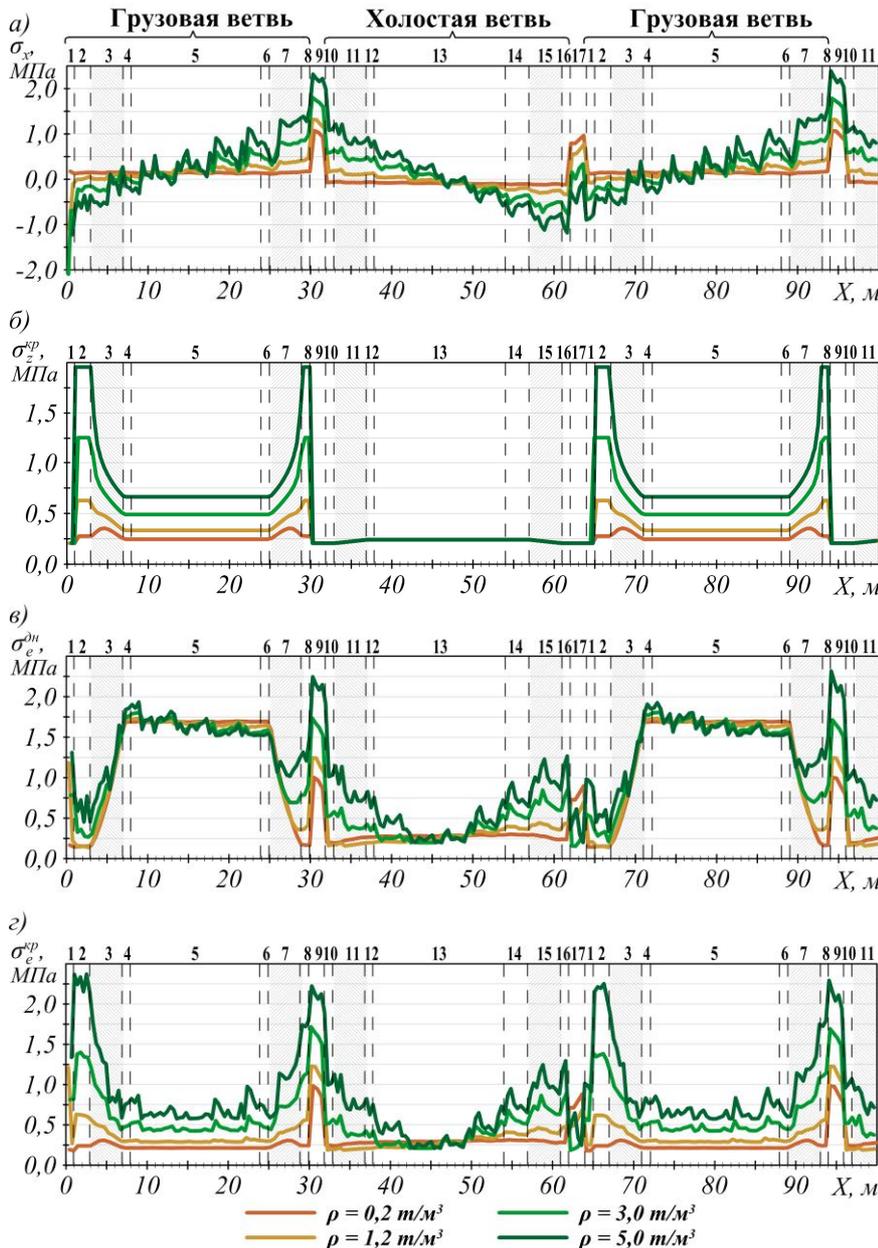


Рис. 9 – Графики изменения напряжений в ленте вдоль трассы конвейера при увеличении объемной плотности транспортируемого груза: а – продольных; б – поперечных по борту; в – эквивалентных по дну; г – эквивалентных по борту

Мощность конвейера практически линейно возрастает с увеличением плотности транспортируемого груза. Так, например, перемещение материала, имеющего в 2,5 раза большую, чем для эталонного варианта, плотность, требует увеличение мощности конвейера на 62%. При этом скорость движения грузонесущего полотна конвейера снижается по линейной зависимости на 10%.

Ниже на рис. 9 приведены графики изменения напряжений в ленте конвейера в зависимости от объемной плотности транспортируемого груза при движении вдоль трассы.

В общем виде напряжения σ_x , возникающие в продольном направлении (рис. 9, а), увеличиваются при движении по грузовой ветви 1-8 и убывают на холостой 10-16, а в области концевых поворотных участков 9, 17 происходит всплеск напряжений на величину порядка 0,85 МПа, связанный с изгибом грузонесущего элемента. С увеличением плотности транспортируемого материала изменяется наклон графиков в областях грузовой 1-8 и холостой 10-

16 ветвей, в связи с чем, значительно увеличивается размах напряжений, практически в 3 раза. К тому же резко возрастает амплитуда их колебаний.

Напряжения, действующие в поперечном направлении по дну ленты $\sigma_z^{дн}$, не изменяются и остаются равными эталонным значениям (рис. 4.): 1,76 МПа на грузовой ветви и 0,23 МПа на холостой. Между тем напряжения $\sigma_z^{кр}$, действующие по краю борта ленты, увеличиваются на участке грузовой ветви 2-8 (рис. 9, б). Причем наибольший прирост значений с 0,26 МПа до 1,94 МПа достигается в области, где лента движется в выположенном положении 2, 8, в то время как на грузовом участке с желобчатой формой ленты величина напряжений возрастает с 0,23 МПа до 0,66 МПа.

Эквивалентные напряжения по дну ленты $\sigma_e^{дн}$ (рис. 9, в) принимают наибольшие значения порядка 1,6 МПа на грузовой ветви в области, на которой лента имеет желобчатое поперечное сечение 4-6. Увеличение погонной нагрузки способствует незначительному приросту напряжений с 1,68 до 1,78 МПа вначале этого участка и образованию локального максимума. Абсолютный максимум располагается в области графиков, соответствующих поворотному участку 9 в конце трассы и увеличивается более интенсивно с 0,95 до 2,23 МПа при повышении погонной нагрузки. На холостой ветви 10-16 снижение величины напряжений сменяется последующим их ростом к концу участка 16 с 0,19 по 1,29 МПа.

Эквивалентные напряжения, действующие по борту ленты $\sigma_e^{кр}$ (рис.9, г) практически не имеют отличий в области холостой ветви 10-16 и концевых поворотных участков 9, 17. Однако характер их распределения абсолютно противоположный на участке с желобчатой формой ленты грузовой ветви 4-6. Наибольшие напряжения возникают по краям грузовой ветви. Так вначале на участке с выположенной формой ленты 2 напряжения возрастают с 0,12 до 2,26 МПа, в то время как на грузовом участке с желобчатым поперечным сечением 5 всего лишь с 0,19 по 0,62 МПа.

Влияние количества прокладок тягового каркаса ленты. При выборе количества прокладок учитывались механические характеристики ленты в соответствии с данными, приведенными в работе [20]. Изменяемые параметры относительно эталонного варианта представлены в табл. 3.

Таблица 3

Значения технических характеристик при варьировании числа прокладок ленты

Техническая характеристика	Численное значение		
	эталонное	минимальное	максимальное
Число прокладок ленты, шт.	3	1	4
Толщина тягового каркаса ленты, м	0,003	0,001	0,004
Модуль упругости ленты, МПа	380	270	435
Модуль упругости ленты в поперечном направлении, МПа	190	135	217,5
Коэффициент жесткости, кН/м	570	135	870

При выборе конвейерной ленты с меньшим количеством прокладок тягового каркаса, в соответствии с результатами расчета (рис. 10), усиливается влияние компоненты продольных напряжений от упруго-диссипативных сил, а вклад от растягивающих напряжений при изгибе ленты на концевом поворотном участке снижается. В результате чего, во-первых, увеличивается размах продольных напряжений σ_x в ленте на грузовой 1-8 и холостой ветви 10-16 (рис. 10, а), во-вторых, сокращается величина всплеска напряжений на поворотных участках 9, 17, и, в-третьих, возрастает амплитуда колебаний участков ленты, сопряженных с подвесками.

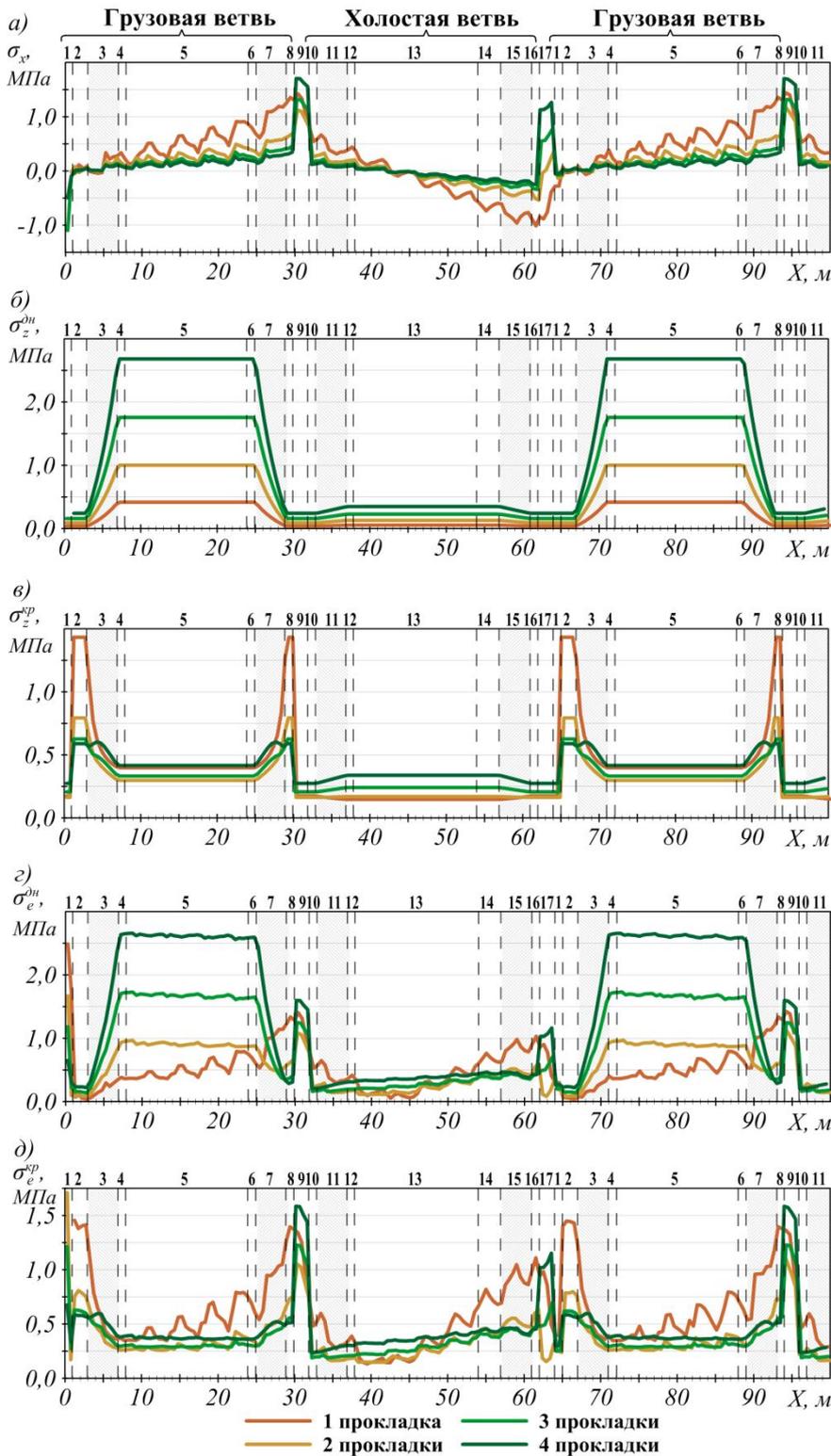


Рис. 10. Графики изменения напряжений в ленте вдоль трассы конвейера при увеличении числа прокладок ленты: а – продольных; б – поперечных по дну; в – поперечных по борту; г – эквивалентных по дну; д – эквивалентных по борту

Кроме того, значительно сокращается величина максимальных поперечных напряжений $\sigma_z^{\text{дн}}$ (рис. 10, б), возникающих по дну ленты при движении по участкам грузовой ветви, где лента принимает желобчатую форму поперечного сечения 4-6 (с 2,68 до 0,42 МПа). На участках 9-17 холостой ветви происходит небольшое уменьшение напряжений с 0,34 до 0,04 МПа.

Напряжения, возникающие по краю борта ленты $\sigma_z^{\text{кп}}$ (рис. 10, в), при увеличении количества тяговых прокладок испытывают наибольший прирост значений (от 0,6 до 1,4 МПа (рис. 10, д) в областях грузовой ветви, на которых лента находится в выположенном положении 2, 8. В то время как на холостой ветви напряжения сокращаются с 0,34 до 0,17 МПа.

При уменьшении количества тяговых прокладок в ленте на графиках эквивалентных напряжений (рис. 10, г, д) прослеживается сокращение величины компоненты напряжений $\sigma_z^{\text{дн}}$ и $\sigma_z^{\text{кп}}$, вызванных изгибом ленты, и повышении составляющей от напряжений σ_x , действующих в продольном направлении ленты. Так величины эквивалентных напряжений по дну ленты $\sigma_e^{\text{дн}}$ (рис. 10, з)

в области грузового участка 4-6 значительно сократились (с 2,64 до 0,38 МПа вначале участка 5) и приняли характер поступательного роста значений на протяжении всей грузовой ветви с максимумом на концевом поворотном участке (1,4 МПа). На холостой ветви 10-16 напря-

жения повысились вблизи поворотного участка не более 1,0 МПа. Эквивалентные напряжения по краю борта ленты σ_e^{kp} (рис. 10, д) увеличиваются по мере перемещения вдоль грузовой и холостой ветвей конвейера. При этом сокращение количества тяговых прокладок отмечается повышением амплитуды колебаний эквивалентных напряжений.

Также по результатам расчетов установлено, что сокращение количества прокладок тягового каркаса ленты приводит к практически линейному незначительному снижению общей мощности конвейера (рис. 11), а также минимальному приросту скорости (рис. 12). Так при выборе однопрокладочной конвейерной ленты потребляемая мощность сокращается менее чем на 4%, а повышение скорости транспортирования происходит не более чем на 0,5%.

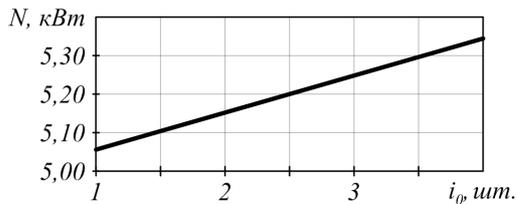


Рис. 11. Зависимость мощности конвейера от числа прокладок ленты



Рис. 12. Зависимость скорости конвейера от числа прокладок ленты

Обобщив полученные результаты, можно сформулировать следующие выводы.

1. В результате выполненного анализа распределения в ленте эталонного конвейера отдельных компонент напряжений установлено, что при наращивании погонной нагрузки от транспортируемого материала, повышении пролета между направляющими качения и сокращении модуля упругости конвейерной ленты происходит повышение растягивающих напряжений по краю борта ленты. Их пиковые значения возникают на участках грузовой ветви с выположенной формой ленты. Напряжения, действующие по дну желобчатого поперечного сечения ленты, остаются неизменными от величины погонной нагрузки, но существенно сокращаются при выполнении двух других отмеченных условий. Максимальные значения таких напряжений образуются на участках грузовой ветви с желобчатой формой ленты. Поэтому важно обеспечивать контроль напряженного состояния грузонесущего полотна проектируемого конвейера и по дну ленты, и по краю борта, так как в зависимости от технических параметров максимальные значения напряжений в поперечном сечении могут возникать и в одной, и в другой области.

2. В результате варьирования величины погонной нагрузки от груза установлено, что повышение погонной нагрузки от транспортируемого груза вызывает значительный и практически линейный рост общей мощности, а также соответствующее снижение скорости движения конвейерной ленты. По максимальным значениям величин эквивалентных растягивающих напряжений выявлены наиболее опасные участки трассы, среди которых: участок грузовой ветви с желобчатой формой ленты и поворотный участок в конце ветви – для напряжений, действующих по дну ленты, а также загрузочный и концевой поворотный участки – для напряжений, возникающих по краю борта ленты.

3. Варьирование количества прокладок тягового каркаса приводит к незначительным изменениям величин общей мощности приводов конвейера и скорости транспортирования груза. Наибольшим изменениям подвергается картина распределения напряжений в конвейерной ленте: в области грузовой ветви при сокращении числа прокладок напряжения, возникающие по дну ленты, значительно уменьшаются, а по краю борта стремительно возрастают. Следовательно, при выборе количества прокладок тягового каркаса ленты рекомендуется использовать наименьшее число (порядка 1-2), при условии обеспечения прочности. При этом в случае превышения величиной напряжений по борту ленты предельных значений в области участков с выположенной формой ленты предлагается установка стационарных поддерживающих роликовых опор.

Список литературы

1. 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.
2. 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.
3. Лагерев, А.В. Исследование движения подвесок дискретного участка конвейера с подвесной лентой, распределенным приводом и вертикально замкнутой трассой с помощью одномассовой динамической модели / А.В. Лагерев, Е.Н. Толкачев // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2013. – № 4. – С. 33-40.
4. Толкачев, Е.Н. Определение условий работоспособности дискретного участка конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом / Е.Н. Толкачев // Научные исследования и разработки молодых ученых. – Новосибирск: Изд-во ЦРНС, 2016. – № 12. – С. 81-89.
5. 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.
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. 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.
8. Толкачев, Е.Н. Особенности расчета сопротивлений движению подвесок конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом // Научные исследования и разработки молодых ученых. – 2016. – № 9-1. – С.163-170.
9. Лагерев, А.В. Моделирование динамики конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом / А.В. Лагерев, Е.Н. Толкачев // Будущее машиностроения России: Сб. докладов VIII Всеросс. конф. молодых ученых и специалистов (23-26 сентября 2015 г.) – М.: МГТУ им.Н.Э. Баумана, 2015. – С. 886-890.
10. Лагерев, А.В. Моделирование режимов движения ведущих роликов приводных подвесок в математической модели конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом / А.В. Лагерев, Е.Н. Толкачев // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2016. – № 1. – С. 55-65. – Режим доступа: <http://ntv-brgu.ru/wp-content/arhiv/2016-N1/2016-01-06.pdf>.
11. Вершинский, А.В. Расчет металлических конструкций подъемно-транспортных машин методом конечных элементов / А.В. Вершинский, И.А. Лагерев, А.Н. Шубин, А.В. Лагерев. – Брянск: РИО БГУ, 2015. – 210 с.
12. Вершинский, А.В. Численный анализ металлических конструкций подъемно-транспортных машин / А.В. Вершинский, И.А. Лагерев, А.Н. Шубин, А.В. Лагерев. – Брянск: РИО БГУ, 2014. – 186 с.
13. Лагерев, И.А. Расчеты грузоподъемных машин методом конечных элементов / И.А. Лагерев. - Брянск: БГТУ, 2013. - 116 с.
14. Лагерев, А.В. Прочностной анализ коннектора для подводных переходов магистральных газопроводов / А.В. Лагерев, И.А. Лагерев, В.В. Говоров // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2011. – №3. – С. 31-37.
15. Титов, Н.А. Нелинейные конечноэлементные расчеты в задачах прочности подъемно-транспортных машин / Н.А. Титов // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2016. – № 2. – С. 51-58. – Режим доступа: <http://ntv-brgu.ru/wp-content/arhiv/2016-N2/2016-02-04.pdf>
16. Толкачев, Е.Н. Анализ влияния конструктивных параметров вертикально-замкнутой трассы конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом на его техни-

ческие характеристики / Е.Н. Толкачев // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2016. – № 4. – С. 71-82. – Режим доступа: <http://ntv-brgu.ru/wp-content/arhiv/2016-N4/2016-04-07.pdf>.

17. Дарков, А.В. Сопротивление материалов / А.В. Дарков, Г.С. Шпиро. – М.: Высшая школа, 1975. – 654 с.

18. 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.

19. Лагерев, А.В. Анализ влияния конструктивных параметров подвесок на технические характеристики конвейера с подвесной лентой и распределенным приводом / А.В. Лагерев, Е.Н. Толкачев / Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2016. – № 3. – С. 50-59. – Режим доступа: <http://ntv-brgu.ru/wp-content/arhiv/2016-N3/2016-03-03.pdf>.

20. Галкин, В.И. Современные конвейерные ленты для горной промышленности / В.И. Галкин, Е.Е. Шешко, Е.С. Сазанкова // Горное оборудование и электромеханика. – № 3. – С. 9-14.

Сведения об авторе

Толкачев Евгений Николаевич – специалист отдела инновационного развития ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», tolkachev_en@mail.ru.

INFLUENCE OF SOME DESIGN AND OPERATING PARAMETERS OF CONVEYOR WITH SUSPENDED BELT AND DISTRIBUTED DRIVE ON THE TECHNICAL SPECIFICATIONS

Tolkachev E.N.

Academician I.G. Petrovskii Bryansk State University, Bryansk, Russian Federation

The influence of several design and operating parameters of conveyor on the individual components of the stretching tension in the belt of conveyor with suspended belt and distributed drive was analyzed. The analysis of influence a number design and operating parameters on the technical specifications of conveyor with suspended belt and distributed drive was done. Recommendations on the choice of rational parameters were formulated.

Key words: *conveyor belt, distributed drive, numerical analysis, rational parameters, suspended belt, suspension.*

DOI: 10.22281/2413-9920-2017-03-01-67-80

References

1. Lagerev A.V., Dunaev V.P. Conveyors with suspension carrying belt – new type of continuous transport machines, *Inzhenernyi zhurnal. Spravochnik*, 2009, No.10, pp.9-14.
2. Lagerev A.V., Tolkachev E.N., Boslovyak P.V. *Proektirovanie i issledovaniya konveyerov s podvesnoy gruzonesushchey lentoy* [Design and research of the conveyor with hanging ribbon]. Bryansk, RIO BGU, 2016. 303 p.
3. Lagerev A.V., Tolkachev E.N. The study of the motion of suspensions of discrete section of a conveyor with suspended belt, distributed drive, and the vertically-closed track with the single mass dynamic model, *Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2013, No.4, pp. 33–40.
4. Tolkachev E.N. Definition of conditions working ability discrete section of the conveyor with suspended belt and distributed drive [Opredelenie usloviy rabotosposobnosti diskretnogo uchastka konveyera s podvesnoy lentoy i raspredelennym privodom]. *Nauchnye issledovaniya i razrabotki molodykh uchennykh: Sbornik materialov XII Mezhdunar. mol. nauch.-prakt. konf.* (Proceedings of the XII International Youth Scientific and Practical Conference). Novosibirsk, CRNS, 2016. pp. 81-89.
5. 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.
6. Lagerev A.V., Tolkachev E.N., Lagerev I.A. Modelling of a Vertical Loop Conveyor with Suspended Belt and Distributed Drive. *Int. Review on Modelling and Simulations*, 2016, Vol. 9, No. 4, pp. 271-279.
7. 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.
8. Tolkachev E.N. Features calculate resistance to movement of the conveyor with suspended belt and distributed drive [Osobennosti rascheta soprotivleniy dvizheniju podvesok konveyera s podvesnoy lentoy i raspredelennym privodom]. *Nauchnye issledovaniya i razrabotki molodykh uchennykh: Sbornik materialov IX Mezhdunar. mol. nauch.-prakt. konf.* (Proceedings of the IX International Youth Scientific and Practical Conference). Novosibirsk, NGTU, 2016, No. 9-1, pp. 163-170.
9. Lagerev A.V., Tolkachev E.N. Modeling of dynamics of conveyor with suspended belt and distributed drive [Modelirovanie dinamiki konveyera s podvesnoy lentoy i raspredelennym privodom]. *Future Engineering of Russia. Proceedings of the 8 All-Russian Conference of young scientists and specialists. Moscow, MGTU im. N.E.Baumana, 23-26 Sept. 2014.* Moscow, MGTU im. N.E. Baumana, 2015, pp. 886-890.
10. Lagerev A.V., Tolkachev E.N. Simulation Modes of Movement the Drive Rollers of Suspension of Conveyor with Suspended Belt and Distributed Drive. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2016, No. 1, pp. 55-65. Available at: <http://ntv-brgu.ru/wp-content/arhiv/2016-N1/2016-01-06.pdf>.
11. Vershinckii A.V., Lagerev I.A., Shubin A.N., Lagerev A.V. *Raschet metallicheskikh konstruktivnykh podyemno-transportnykh mashin metodom konechnykh elementov* [Calculation of metal constructions of lifting-transport machines by finite element method]. Bryansk, Bryanskiy Gosudarstvennyy Universitet, 2015. 210 p.
12. Vershinckii A.V., Lagerev I.A., Shubin A.N., Lagerev A.V. *Chislennyy analiz metallicheskikh konstruktivnykh podyemno-transportnykh mashin* [Numerical analysis of metal constructions of lifting-transport machines]. Bryansk, Bryanskiy Gosudarstvennyy Universitet, 2014. 186 p.
13. Lagerev I.A. *Raschetnyye gruzopodyemnykh mashin metodom konechnykh elementov* [Loadlifting machines calculations by finite element method]. Bryansk, Bryanskiy Gosudarstvennyy Tekhnicheskii Universitet, 2013. 116 p.

14. Lagerev A.V., Lagerev I.A., Govorov V.V. Trunk gas pipeline underwater connector strength analysis, *Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2011, No.3, pp. 31-37.

15. Titov N.A. Nonlinear finite element calculations in problems of strength of lifting-transport machines. *Nauchno-tekhnicheskij vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2016, No. 2, pp. 51-58. Available at: <http://ntv-brgu.ru/wp-content/arhiv/2016-N2/2016-02-04.pdf>.

16. Tolkachev E.N. Influence analysis of design parameters of vertical loop route analysis of the influence of design parameters of vertically-closed track conveyor with suspended belt and distributed drive on the technical specifications. *Nauchno-tekhnicheskij vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2016, No. 4., pp. 71-82. Available at: <http://ntv-brgu.ru/wp-content/arhiv/2016-N4/2016-04-07.pdf>

17. Darkov A.V., Shpiro G.S. *Soprotivlenie materialov* [Strength of materials]. Moscow, Vysshaya shkola, 1975. 654 p.

18. 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.

19. Lagerev A.V., Tolkachev E.N. Influence analysis of design parameters of suspensions on the technical specifications of conveyor with suspended belt and distributed drive. *Nauchno-tekhnicheskij vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2016, No. 3, pp. 50-59. Available at: www.ntv-brgu.ru/wp-content/arhiv/2016-N3/2016-03-03.pdf.

20. Galkin V.I., Sheshko E.E., Sazankova E.S. Modern Conveyor Belts for Mining Industry. *Gornoe oborudovanie i elektromekhanika*, 2013, No. 3, pp. 9-14.

Author' information

Evgeniy N. Tolkachev - specialist at Academician I.G. Petrovskii Bryansk State University, tolkachev_en@mail.ru.

Дата публикации
(Date of publication):
25.03.2017

