

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БОКОВОГО СХОДА ЛЕНТЫ НА БАРАБАНАХ С НЕЗНАЧИТЕЛЬНОЙ ВЫПУКЛОСТЬЮ

Гаврюков А. В.

Представлены экспериментальные исследования бокового схода ленты с барабанов, имеющих незначительную выпуклость. Барабаны были установлены на передвижной станции лабораторного ленточного конвейера и на передвижной станции конвейера с изменяющейся длиной транспортирования шахты имени А. Ф. Засядько. Подтверждена адекватность полученных теоретических зависимостей, описывающих переходной процесс схода ленты на барабанах с незначительной выпуклостью при его разворотах. Показано, что переходной процесс схода ленты на барабанах с незначительной выпуклостью описывается апериодическим звеном первого порядка. Представленные исследования подтверждают адекватность теоретических зависимостей, которые могут быть использованы при проектировании систем автоматического центрирования ленты на барабанах.

Представлені експериментальні дослідження бічного сходу стрічки з барабанів, що мають незначну опуклість. Барабани були встановлені на пересувній станції лабораторного стрічкового конвеєра та на пересувній станції конвеєра з змінною довжиною транспортування шахти імені О. Ф. Засядько. Підтверджена адекватність отриманих теоретичних залежностей, що описують перехідний процес сходу стрічки на барабанах з незначною опуклістю при його розворотах. Показано, що перехідний процес сходу стрічки на барабанах з незначною опуклістю описується аперіодичною ланкою першого порядку. Представлені дослідження підтверджують адекватність теоретичних залежностей, які можуть бути використані при проектуванні систем автоматичного центрування стрічки на барабанах.

This paper presents experimental study of belt rolling off pulley with negligible camber. The pulleys were set on the mobile station of laboratory belt type conveyor and mobile station conveyor with variable length of transportation of the mine named after A. F. Zasyadko. The adequacy of the theoretical dependences describing the transition process of lateral belt rolling with negligible camber while turning is confirmed. It shown that the transition process is described by has been the first order device. Presented studies confirm the adequacy of the theoretical curves, which can be used in the design of automatic centering tape on drums.

Гаврюков А. В.

канд. техн. наук, доц. ДонНАСА
gavrukoff@rambler.ru

ДонНАСА – Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,
г. Макеевка.

УДК 621.807.212.7

Гаврюков А. В.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БОКОВОГО СХОДА ЛЕНТЫ НА БАРАБАНАХ С НЕЗНАЧИТЕЛЬНОЙ ВЫПУКЛОСТЬЮ

Создание новых строительных и горных машин, в состав которых входит ленточный конвейер, работающий при изменяющейся длине [1], [2], требует решения практической задачи, связанной с безаварийной работой транспортирующих устройств.

При изменении длины транспортирования возникает непредсказуемый разворот барабанов передвижных станций, что приводит к сходу ленты со средней их части. Безаварийную работу передвижных станций ленточных конвейеров с изменяющейся длиной можно обеспечить, применив системы автоматического центрирования ленты на барабанах [3].

В работе [4] отмечается, что при развороте барабана с криволинейной образующей величина схода ленты меньше, чем при развороте цилиндрического барабана. В работе [5] указывается, что барабаны с криволинейной образующей способствуют центрированию хода ленты относительно продольной оси конвейера. Можно предположить, что устойчивость и качество регулирования систем автоматического центрирования ленты на барабане с криволинейной образующей будет выше, чем на цилиндрическом барабане.

Теоретически установлено, что переходной процесс схода ленты при развороте барабана с незначительной выпуклостью описывается уравнением, соответствующим аperiodическому звену первого порядка:

$$T_0 \frac{dy}{dt} + y = K_0 \alpha, \quad (1)$$

где y – координата изменения длины вдоль оси барабана передвижной станции, м;

α – угол разворота барабана передвижной станции;

T_0 – постоянная времени объекта регулирования (ленты), с;

K_0 – коэффициент передачи по углу поворота барабана.

Решая уравнение (1), были получены зависимости величины y и скорости $V_{сх}^{н.л.}$ схода ленты на барабане при его развороте, адекватность которых необходимо было подтвердить:

$$y = K_0 \alpha \left(1 - e^{-\frac{t}{T_0}} \right), \text{ м}, \quad (2)$$

$$V_{сх}^{н.л.} = \frac{dy}{dt} = \frac{\alpha \cdot V \cdot e^{-\frac{t}{T_0}}}{K_{вып.} + 1}, \text{ м/с}, \quad (3)$$

где $K_{вып.}$ – коэффициент выпуклости барабана;

V – скорости ленты вдоль оси конвейера.

Цель работы – экспериментально подтвердить адекватность полученных зависимостей.

Эксперимент проводился на экспериментальном ленточном конвейере, изготовленном на кафедре подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры (рис. 1).

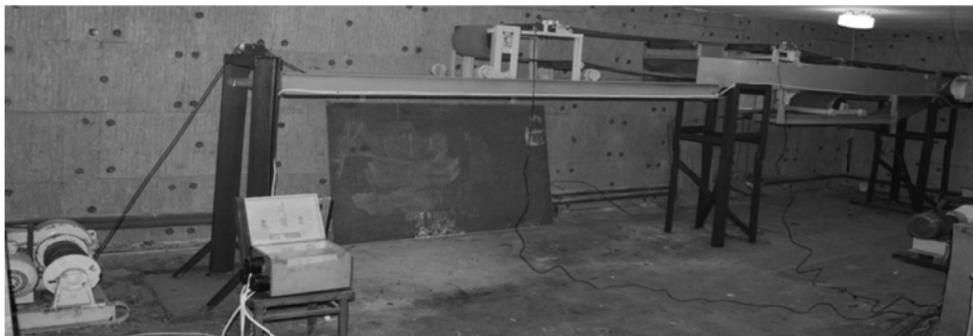


Рис. 1. Общий вид экспериментального ленточного конвейера

Исследования схода ленты выполнялось при угле перекоса барабана не более 3° . Незначительная выпуклость барабана моделировалась при помощи наматываемой на цилиндрический барабан полосы сырой резины (рис. 2).

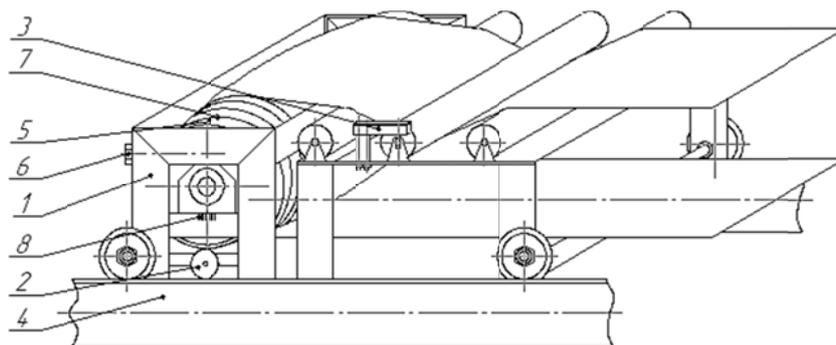


Рис. 2. Конструктивная схема измерительного узла величины и времени схода ленты:

1 – рама тележки; 2 – энкодер; 3 – датчик усилия; 4 – рама стенда; 5 – барабан с незначительной выпуклостью; 6 – винт перекоса барабана; 7 – координатная сетка на барабане; 8 – метки на раме

Измерение величины и времени схода ленты осуществлялось при помощи линейки и секундомера на измерительном узле во время перекосов барабана (рис. 2).

В ходе проведения эксперимента при измерении угла разворота барабана на раме концевой станции наносились метки 8, соответствующие координате перемещения винта перекоса барабана 6. Измерение величины схода ленты определялось по координатной сетке 7, нанесенной на барабане. Измерение скорости движения ленты осуществлялось энкодером Hohner AWI-40. Управление приводами стенда (привод конвейера, лебедка изменения длины транспортирования) осуществлялось специальным блоком из двух преобразователей частоты (ПЧ) и пускателя. Натяжение ленты на барабане определялось, исходя из веса груза натяжного устройства.

Основными факторами были приняты угол перекоса барабана, коэффициент выпуклости, натяжение и скорость движения ленты. Функцией отклика явилась величина бокового схода и время схода ленты при перекосе барабана.

После проведения серии опытов и обработки результатов эксперимента при помощи программного обеспечения STATGRAPHICS Centurion XV были получены уравнений регрессии и поверхности откликов (рис. 3–6):

– для величины схода ленты на перекошенном барабане?

$$y = -17149,5 + 7972,08\alpha + 521,132V + 0,0754598G + 33348,1K_{\text{вып.}} + 3433,17\alpha^2 + 145,833\alpha V + 46,875\alpha G - 8035,71\alpha K_{\text{вып.}} - 1135,04V^2 + 0,0625VG - 505,952VK_{\text{вып.}} + 0,0125322G^2 - 0,892857GK_{\text{вып.}} - 16198,2K_{\text{вып.}}^2 \quad (6)$$

– для времени схода ленты на перекошенном барабане:

$$t = 35685,4 - 1339,6\alpha - 60,8409V + 1,65832G - 70333,6K_{\text{вып.}} - 2704,66\alpha^2 - 511,458\alpha V + 8,55625\alpha G + 1758,93\alpha K_{\text{вып.}} + 60,8649V^2 - 1,31771VG - 0,297619VK_{\text{вып.}} + 0,00200409G^2 - 0,294643GK_{\text{вып.}} + 34665,7K_{\text{вып.}}^2 \quad (7)$$

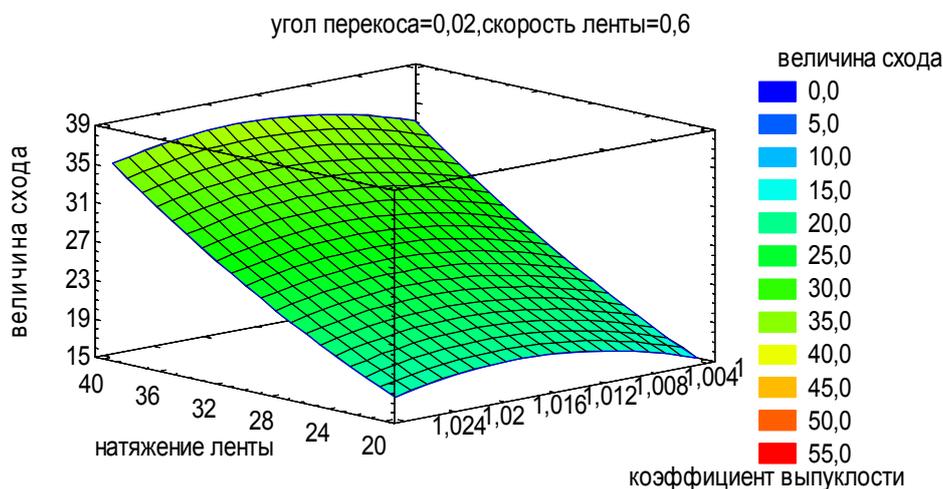


Рис. 3. Поверхность отклика величины $y = f(G, K_{\text{вып.}})$ при развороте барабана

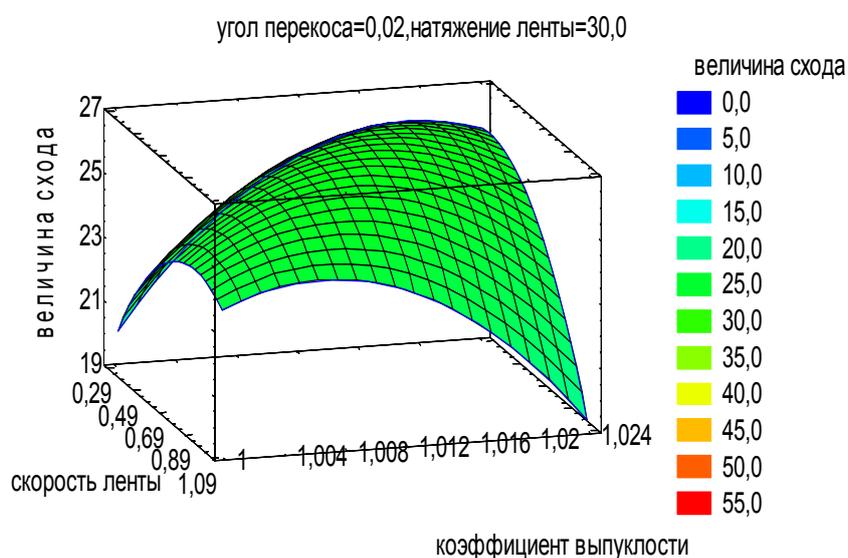


Рис. 4. Поверхность отклика величины $y = f(V, K_{\text{вып.}})$ при развороте барабана

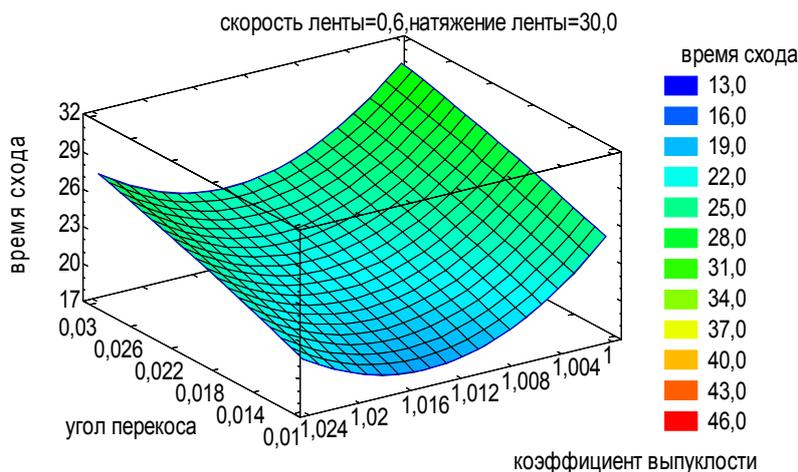


Рис. 5. Поверхность отклика величины $t = f(\alpha, K_{\text{вып.}})$ при развороте барабана

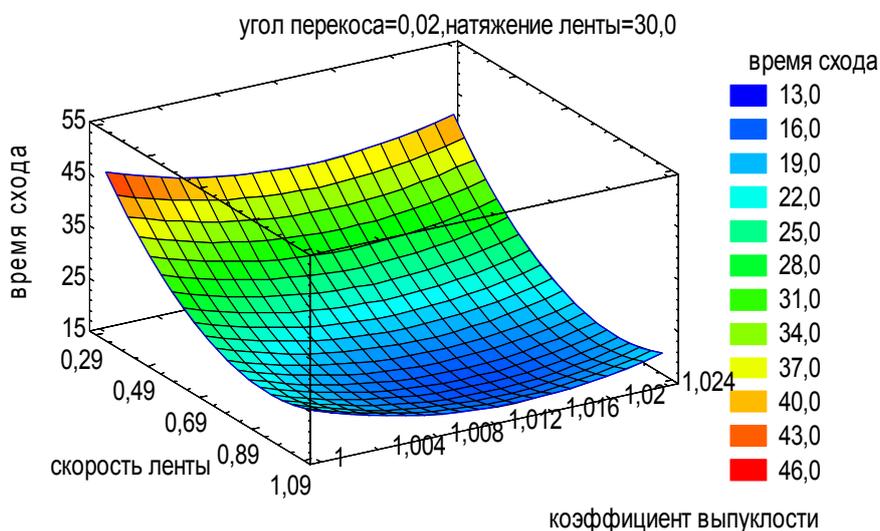


Рис. 6. Поверхность отклика величины $t = f(V, K_{\text{вып.}})$ при развороте барабана

Экспериментальные исследования схода ленты на перекошенном барабане с незначительной выпуклостью также были выполнены на реально действующем ленточном конвейере 1ЛТ-80 на шахте имени А. Ф. Засядько, в период производственной деятельности автора.

Концевая станция конвейера (рис. 7) была оборудована аппаратурой регулирования угла поворота барабана относительно оси движения ленты.

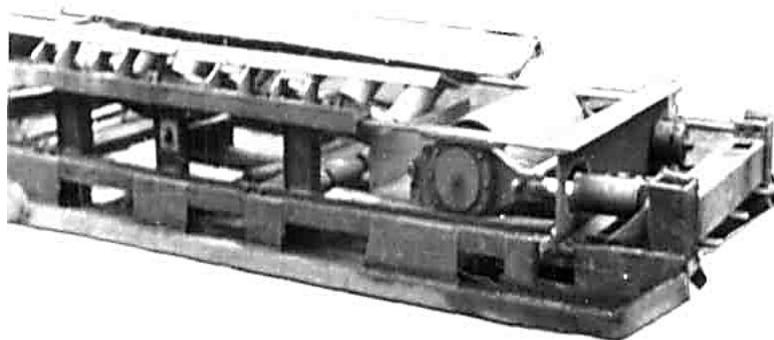


Рис. 7. Концевая станция ленточного конвейера 1ЛТ-80 с аппаратурой регулирования поворота барабана в горизонтальной плоскости

Из-за сжатых сроков проведения эксперимента и технических причин, связанных с производственными условиями, эксперимент выполнен однофакторный. Основным фактором, влияющим на исследуемый процесс, был принят угол перекоса барабана α относительно оси движения ленты. При проведении эксперимента скорость движения ленты соответствовала конструктивной 2 м/с, коэффициент выпуклости барабана составлял $K_{вып.} = 1,007$, натяжение ленты на барабане 2650 Н.

Сходимость теоретических и экспериментальных результатов исследований величины и времени схода ленты на перекошенном барабане с незначительной выпуклостью для экспериментального ленточного конвейера приведена в табл. 1.

Таблица 1

Сходимость экспериментального ленточного конвейера

№ опытов	Результат, полученный экспериментально		Результат, полученный по уравнениям регрессии		Результат, полученный теоретически	
	у, мм	t, с	у, мм	t, с	у, мм	t, с
1	7	24,11	6,61	23,67	8,8	24
2	28	30,12	26,58	30,49	26,8	30
3	7	9,99	7,05	11,93	8,9	10
4	28	12,98	28,77	12,61	27	13
5	16	47,1	14,93	47,11	17,6	47
6	50	59,6	53,65	57,36	53,7	60
7	14	20,88	16,11	19,56	17,9	21
8	59	23,76	56,59	23,66	53,9	24
9	10	23,76	10,08	23,39	8,8	24
10	27	30,1	27,81	30,71	26,8	30
11	7	10,12	6,27	11,65	8,9	10
12	27	13,3	25,74	12,82	27	13
13	16	47,1	18,15	46,75	17,6	47
14	57	59,89	54,62	57,49	53,7	60
15	16	20,03	15,09	19,19	17,9	21
16	50	24,07	53,31	23,79	53,9	24
17	6	16,71	5,74	16,33	6,8	17
18	49	21,78	48,88	24,79	46,7	22
19	25	47,07	24,63	50,04	25,4	49
20	24	16,69	23,98	16,35	27	16
21	14	11,0	16,01	8,84	13,6	12
22	45	29,56	42,61	34,35	40	29
23	25	23,78	24,73	24,95	26,9	23
24	25	23,37	24,88	24,83	26,9	23
25	25	23,21	26,55	21,15	26,9	24
26	27	23,55	26,55	21,15	26,9	24

Сходимость теоретических и экспериментальных результатов исследований величины и времени схода ленты на перекошенном барабане с незначительной выпуклостью для ленточного конвейера 1ЛТ80 приведена в табл. 2.

Таблица 2

Сходимость теоретических и экспериментальных результатов исследований величины и времени схода ленты на перекошенном барабане с незначительной выпуклостью для ленточного конвейера 1ЛТ80

Угол перекоса барабана α , рад	Результат, полученный экспериментально		Результат, полученный по уравнениям регрессии		Результат, полученный теоретически	
	у, мм	t, с	у, мм	t, с	у, мм	t, с
0,008	16	11,68	16	11,6227	16,275	11
0,015	30	11,83	30	11,8185	30,572	12
0,025	50	11,89	50	11,915	50,953	12
0,031	62	11,92	62	11,9432	63,181	12,5

ВЫВОДЫ

С увеличением натяжения ленты и угла разворота барабана величина бокового схода увеличивается. С увеличением погонного веса ленты, коэффициента трения скольжения ленты по роликам, скорости движения ленты величина бокового схода уменьшается. При увеличении выпуклости барабана просматривается тенденция к уменьшению величины схода ленты на барабане. Постоянная времени объекта регулирования (ленты) зависит от коэффициента выпуклости барабана. Величина выпуклости или вогнутости барабана при использовании плоской ленты ограничивается возникающей неравномерностью натяжения ленты по ширине.

Представленные исследования подтверждают адекватность теоретических зависимостей, которые могут быть использованы при проектировании систем автоматического центрирования ленты на барабанах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврюков А. В. Перспективность применения ленточных конвейеров с изменяющейся длиной и барабанами имеющими кривую образующую поверхность / А. В. Гаврюков, А. К. Кралин, В. А. Талалай // Современное промышленное и гражданское строительство : сб. науч. тр. – Макеевка : ДонНАСА, 2011. – Том 7, № 2. – С. 105–113.
2. Гаврюков А. В. Рабочие процессы с использованием ленточных конвейеров работающих при изменяющейся длине / А. В. Гаврюков, А. В. Третьяк // Строительство, материаловедение, машиностроение : Интенсификация рабочих процессов строительных и дорожных машин : сб. науч. тр. – Днепропетровск : ПГПСА, 2010. – № 57. – С. 127–236. (Серия «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование»).
3. Гаврюков А. В. Теория и практика использования ленточных конвейеров, работающих при изменяющейся длине / А. В. Гаврюков. – Макеевка : ДонНАСА, 2007. – 119 с.
4. Гаврюков А. В. Исследование процесса схода ленты на барабане с незначительной выпуклостью при его разворотах / А. В. Гаврюков // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – 2011. – Вып. 22(190). – С. 33–50. – (Серия «Гірничо-електромеханічна»).
5. Щеглов О. М. Новые конструкции приводных и натяжных барабанов ленточных конвейеров / О. М. Щеглов, П. А. Гринько // Подъемно-транспортная техника. – Днепропетровск, 2010. – № 2. – С. 38–45.