



## ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ ЗІ ЗМІННОЮ ДОВЖИНОЮ ТА БАРАБАНАМИ, ЩО МАЮТЬ КРИВУ ЯКА УТВОРЮЄ ПОВЕРХНІСТЬ

**О. В. Гаврюков, А. К. Кралін, В. О. Талалай**

*Донбаська національна академія будівництва і архітектури,  
вул. Державіна, 2, м. Макіївка, Донецька область, Україна, 86123.  
E-mail: Gavrukoff@rambler.ru, ak.kralin@rambler.ru, Vtalalay@rambler.ru.  
Отримана 29 квітня 2011; прийнята 27 травня 2011.*

**Анотація.** Створення будівельних машин, до складу яких входить трубчастий стрічковий конвеєр, що працює при довжині, що змінюється, ставить нові завдання по скороченню довжини перехідної ділянки з розгорненою в трубчасту стрічку. Перспективним напрямом в даному питанні є застосуванні барабанів і стрічок увігнутого профілю. У роботі приведені конструкції будівельних машин до складу яких входить трубчастий стрічковий конвеєр, що працює при довжині, що змінюється, застосування яких дозволяє підвищити продуктивність праці: землерийної машини з трубчастим конвеєром, для буріння свердловин і конвеєр-кран для подачі бетонної суміші при будівництві висотних споруд. Показано, що застосування барабанів і стрічок увігнутого профілю дозволяють підвищити технічний рівень конвеєрів, з довжиною, що змінюється, за рахунок зменшення перехідної ділянки з розгорненою в трубчасту стрічку при цьому його величина в два рази менша, ніж перехідною ділянкою з плоскої стрічки на трубчасту.

**Ключові слова:** машини безперервної дії, конвеєрна стрічка, циліндровий барабан, барабан з криволінійною створюючою, трубчастий конвеєр, енергоємність.

## ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ С ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ДЛИНОЙ И БАРАБАНАМИ ИМЕЮЩИМИ КРИВУЮ ОБРАЗУЮЩУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

**А. В. Гаврюков, А. К. Кралин, В. А. Талалай**

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры,  
ул. Державина, 2, г. Макеевка, Донецкая область, Украина, 86123.  
E-mail: Gavrukoff@rambler.ru, ak.kralin@rambler.ru, Vtalalay@rambler.ru.  
Получена 29 апреля 2011, принята 27 мая 2011.*

**Аннотация.** Создание строительных машин, в состав которых входит трубчатый ленточный конвейер, работающий при изменяющейся длине, ставит новые задачи по сокращению длины переходного участка с развернутой в трубчатую ленту. Перспективным направлением в данном вопросе является применение барабанов и лент вогнутого профиля. В работе приведены конструкции строительных машин, в состав которых входит трубчатый ленточный конвейер, работающий при изменяющейся длине, применение которых позволяет повысить производительность труда: землеройной машины с трубчатым конвейером, для бурения скважин и конвейер-кран для подачи бетонной смеси при строительстве высотных сооружений. Показано, что применение барабанов и лент вогнутого профиля

позволяют повысить технический уровень конвейеров, с изменяющейся длиной за счет уменьшения переходного участка с развернутой в трубчатую ленту при этом его величина в два раза меньше, чем переходной участок с плоской ленты на трубчатую.

**Ключевые слова:** машины непрерывного действия, конвейерная лента, цилиндрический барабан, барабан с криволинейной образующей, трубчатый конвейер, энергоемкость.

## PROSPECTS OF USING BELT CONVEYOR WITH A VARIED LENGTH AND CURVILINEAR DRUMS

**Gavriukov Alexander, Kralin Andrey, Talalay Victor**

*Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,*

*2, Derzhavina Str., Makiivka, Donetsk Region, Ukraine, 86123.*

*E-mail: Gavrukoff@rambler.ru, ak.kralin@rambler.ru, Vtalalay@rambler.ru.*

*Received 29 April 2011; accepted 27 May 2011.*

**Abstract.** The development of construction machines with a tubular belt conveyor operating with a varied length requires length shortening of the transition section from unrolled belt into tubular one. The use of concave drums and belts is one of the upcoming trends to resolve the problem. The paper presents a construction design of construction machines with a tubular belt conveyor operating with a varied length, their use is to increase labour productivity, as well as tubular conveyor excavating machines used for well-drilling and conveyor-cranes used for concrete handling in high-rise construction. It has been shown that the use of concave drums and belts allows to increase the engineering performance standards of the conveyors with varied length due to transition section reducing from unrolled belt into tubular one, its size being two times less than transition section from flat belt into tubular one.

**Keywords:** continuous-type machines, conveyor belt, cylindrical drum, curvilinear drum, tubular conveyor, power requirement.

### Актуальность работы

На сегодняшний день ленточный конвейер с изменяющейся длиной имеет широкое применение в угольной промышленности [1, 2, 3, 4]. Развитие и совершенствование конструкций таких конвейеров позволяет говорить о применении такого транспортирующего устройства при создании новых машин. Одним перспективных направлений является применения ленточных конвейеров работающих при изменяющейся длине с барабанами имеющими кривую образующую.

Рассмотрим технические решения, в состав которых входит ленточный конвейер, работающий при изменяющейся длине и сравним их с существующими аналогами.

На рисунке 1 представлены конструктивно-параметрические схемы экскаватора ЭО-5122А и землеройной машины с трубчатым конвейером.

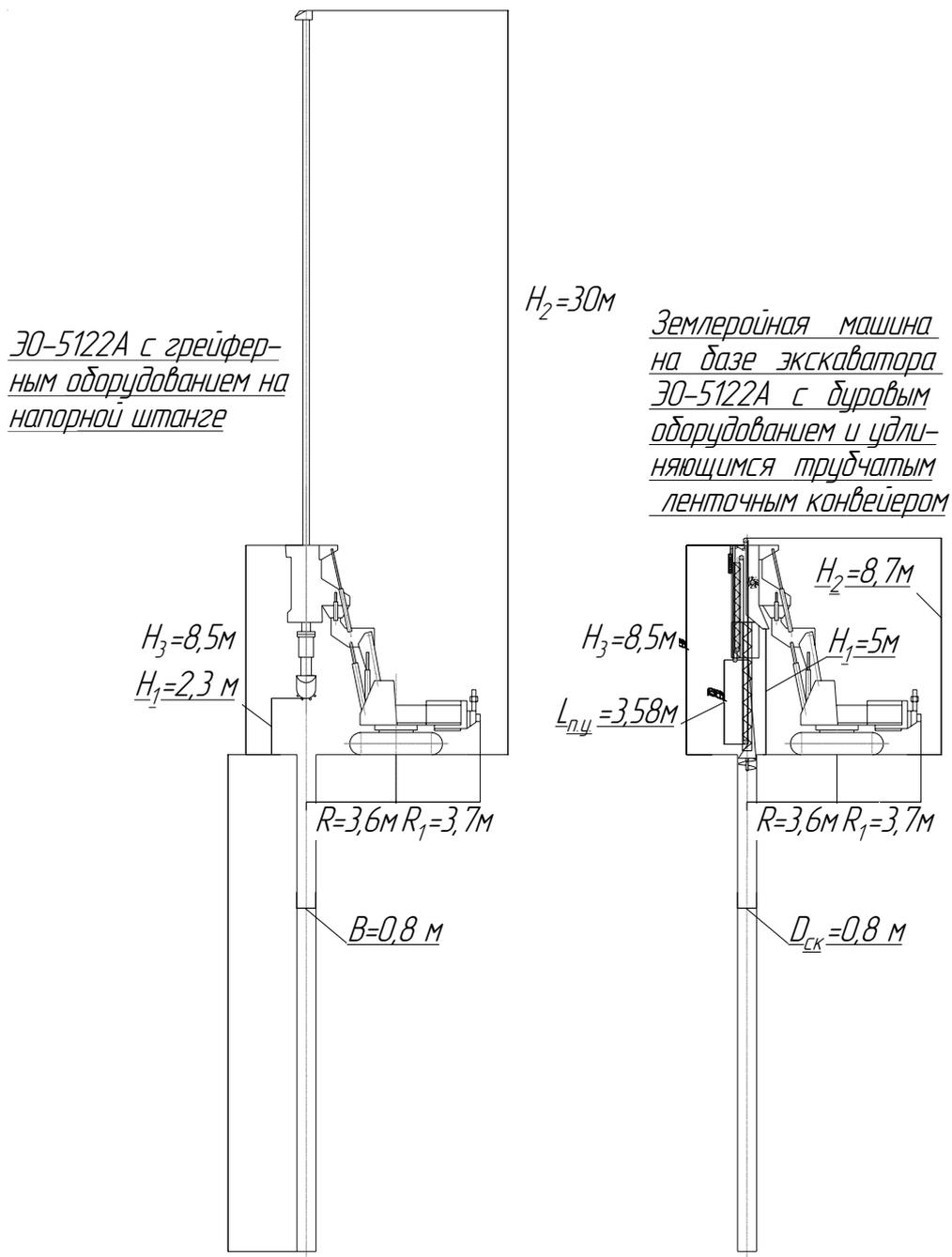
При работе одноковшового экскаватора ЭО-5122А: с грейферным оборудованием на напорной штанге [5] наибольшая глубина копания  $H = 20,0$  м, наибольшая высота выгрузки  $H_1 = 2,3$  м, радиус копания  $R = 3,6$  м, ширина ковша  $B = 0,8$  м, высота экскаватора с оголовком  $H_2 = 30,0$  м, радиус описываемые хвостовой частью экскаватора  $R_1 = 3,7$  м, наибольшая высота экскаватора без оголовка  $H_3 = 8,5$  м.

При работе землеройной машины на базе экскаватора V размерной группы с буровым оборудованием и удлиняющимся во время работы

трубчатим ленточним конвеєром [6] найбільша глибина копанія определяется исходя из прочности конвейерной ленты, найбільша высота выгрузки  $H_1 = 5,0$  м, радиус копанія  $R = 3,6$  м, найбільша высота экскаватора с приводным барабаном ленточного конвеєра  $H_2 = 8,7$  м, радиус описуємає хвостовой частью экскаватора  $R_1 = 3,7$  м, найбільша высота экскаватора без

приводного барабана ленточного конвеєра  $H_3 = 8,5$  м.

Анализуя работу землеройной машины с трубчатым конвеєром с изменяющейся длиной и экскаватором ЭО-5122А можно предположить, что первая будет более производительная и менее энергоемкая так как является машиной непрерывного действия.



**Рисунок 1.** Конструктивно-параметрические схемы землеройных машин ЭО-5122А и землеройной машины с трубчатым конвеєром, работающим при изменяющейся длине.

Перспективность применения землеройной машины с трубчатым конвейером, работающим при изменяющейся длине обусловлена снижением энергоемкости процесса транспортирования грунта из забоя, возможностью выемки полезного объема грунта с достаточно большой глубины в стесненных условиях.

Высота подачи смеси бетононасосами как правило не превышает 40–80 м. Для увеличения высоты подачи необходимо применять пластифицирующие добавки, которые увеличивают стоимость смесей; должна обеспечиваться высокая стабильность состава смеси, как по водоцементному отношению, так и по качеству заполнения; осадка стандартного конуса смеси должна быть 6–15 см; нельзя допускать перерывов в подаче смеси в следствии закупорки трубопроводов; велико время заключительных операций; обслуживание бетононасосов должно поручаться высококвалифицированному персоналу.

При применении пневмомагнететелей, высота подачи незначительна (до 38 м); имеет место расслоение бетонной смеси и динамические удары бетонной смеси выгружаемого материала о конструкции, вследствие чего нельзя использовать пневмотранспорт при подаче бетона в тонкостенные конструкции. К недостаткам пневмотранспорта относятся также: интенсивный износ колен трубопроводов; большой расход сжатого воздуха, особенно при транспортировании на расстояние более 100 м (по горизонтали); значительные расходы на монтаж, демонтаж и перебазировку стационарных установок; необходимость индивидуального подбора состава транспортируемых смесей и обеспечение стабильности их состава; возможность транспортирования смесей с осадкой конуса преимущественно 7–9 см.

Одним из перспективных направлений, обеспечивающих механизацию процесса транспортирования и укладки бетонных смесей на базе высокопроизводительных машин непрерывного действия, является использование вертикальных конвейеров.

Грузонесущим органом трубчатого конвейера является огнестойкая и морозостойкая конвейерная лента с мелкими рифлениями. В качестве поддерживающих опор грузонесущего органа служат опоры скольжения, выполненные из капрона или тифлона. Грузонесущий орган вы-

полняется с объемными перегородками в виде шаров.

На рисунке 2 приведена конструктивная схема конвейер-крана для подачи бетона при строительстве высотных сооружений. Конструкция конвейер-крана предусматривает также изменения высоты транспортирования бетона во время работы конвейера.

При создании строительных машин, в состав которых входит трубчатый ленточный конвейер, работающий при изменяющейся длине требует решения практической задачи связанной с минимизацией переходного участка ленты с развернутой формы на замкнутую. Такую задачу можно решить, применив барабаны с криволинейной образующей.

### **Цель работы**

Показать перспективность применения барабанов с криволинейной образующей на ленточных конвейерах с изменяющейся длиной применяемых в новых конструктивных решениях.

### **Задачи**

Исследовать изменение длины переходного участка с развернутой в трубчатую ленту при применении барабанов с криволинейной образующей.

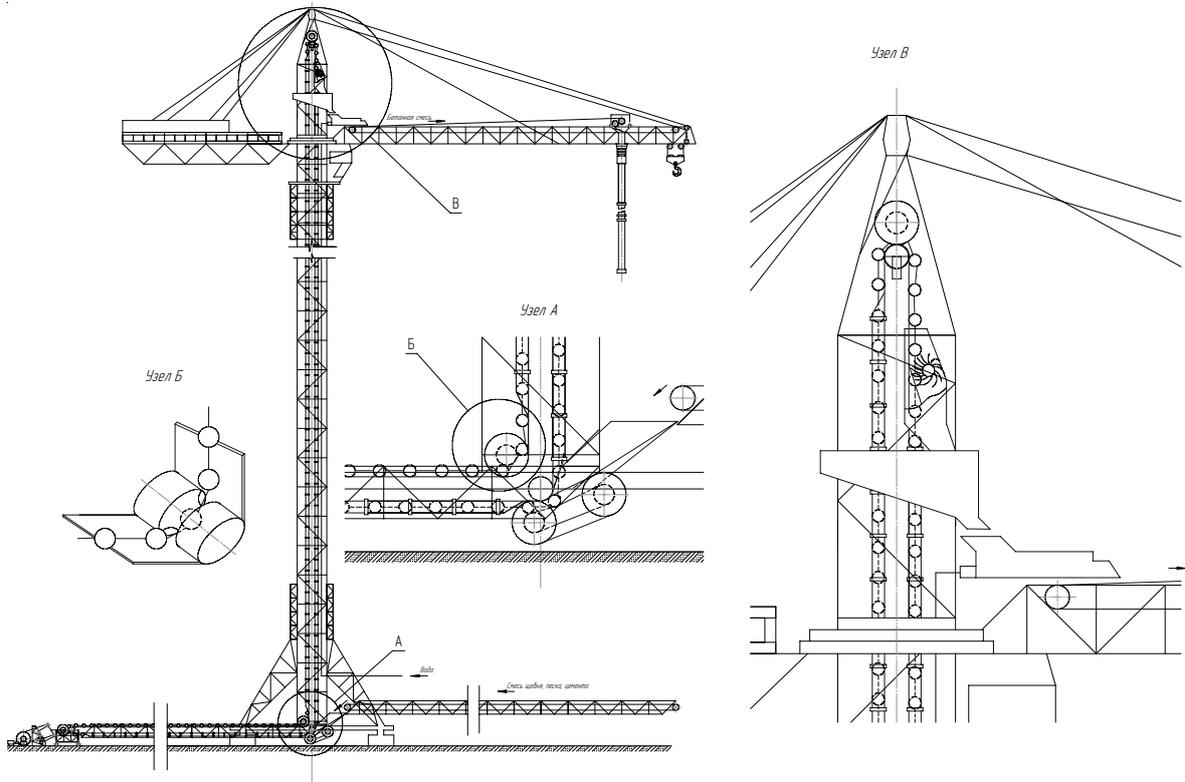
### **Основное содержание и результаты работы**

Переходные участки (с замкнутой формы ленты на развернутую) трубчатых конвейеров являются одним из важнейших конструктивных элементов, поскольку именно на них формируются трубчатая форма ленты и необходимая площадь поперечного сечения груза на ней.

Рекомендуемые параметры переходных участков эксплуатируемых трубчатых ленточных конвейеров (с плоской формы в трубчатую) в соответствии с данными источников [7, 8, 9], приведены в таблице 1.

Из данных табл. 1 видно, что длины переходных участков ленты зависят от диаметра ленты, их размеры, в некоторых случаях значительны по сравнению с длиной самого конвейера.

Можно предположить, что величину переходного участка можно уменьшить, заменив цилиндрический барабан на барабан с образующей в виде цепной линии.



**Рисунок 2.** Конструктивная схема конвейер-крана для подачи бетона оборудованного ленточным конвейером с изменяющейся длиной при строительстве высотных сооружений.

**Таблица 1.** Параметры переходных участков трубчатого конвейера в зависимости от диаметра трубы и типа ленты

Параметры ленты		Тип ленты	
		Резинотканевая лента	Резинотросовая лента
Диаметр трубы, мм	Ширина ленты, мм	Длина переходного участка, м	Длина переходного участка, м
150	550	3,58	7,65
200	650	5,2	10,3
250	800	6,4	12,8
300	1000	7,65	15,25
350	1200	8,83	17,8
400	1400	10,2	20,5
500	1600	12,8	25,6
600	2000	15,25	30,5
700	2200	17,85	36,0
850	2600	21,65	43,5

На рис. 3 и рис. 4 представлен переходной участок для ленты шириной 800 мм с цилиндрическим барабаном и барабаном имеющем образующую в виде цепной линии выполненный графо-аналитическим способом.

Как видно из рис. 3 и рис. 4 длина переходного участка при барабане, имеющем вогнутость почти в два раза меньше чем при цилиндрическом.

Барабан, имеющий форму цепной линии, может быть предложен при разработке трубчатого конвейера с лентой такой же формы для буровой машины (рис. 1) и конвейер-крана (рис. 2).

Если предположить, что загрузка вертикального трубчатого конвейера со стороны барабана имеющего образующую в виде цепной линии

будет осуществляться винтовым питателем (рис. 1), то длина трубы питателя будет минимальна при оптимальном раскрытии краев ленты трубчатого конвейера.

Полезное занимаемое пространство барабана имеющего образующую в виде цепной линии описывается окружностью диаметром 1200 мм (рис. 4), для цилиндрического барабана диаметр окружности 1400 мм. Это важно при работе конвейера в стесненных условиях.

Ко всему собственнй вес образующей барабана, имеющего цепную линию, не действует на ее прогиб. Поверхность вращения цепной линии около ее директрисы обладает свойством: любой ее кусок по площади меньше, чем всякая другая поверхность, ограниченная тем же контуром [10].

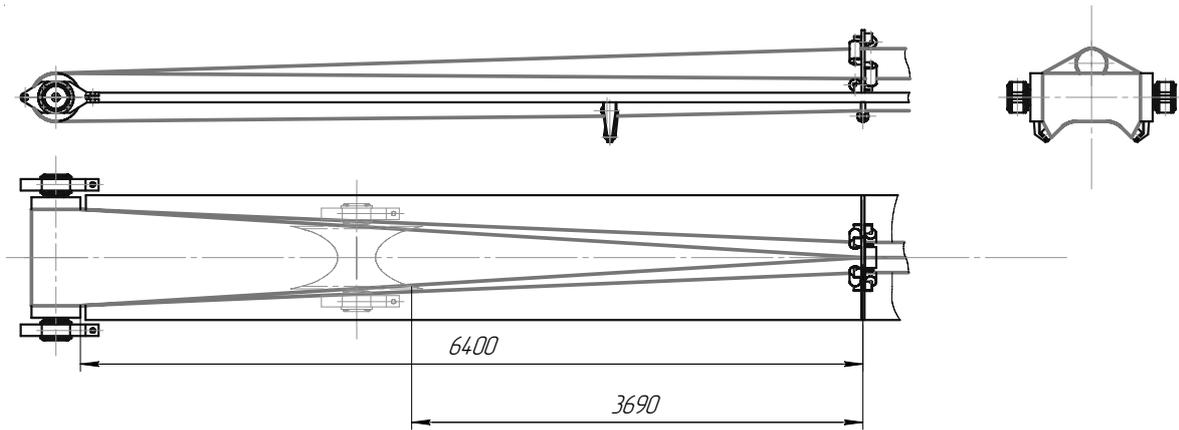


Рисунок 3. Переходной участок для ленты шириной 800 мм конвейера с цилиндрическим барабаном.

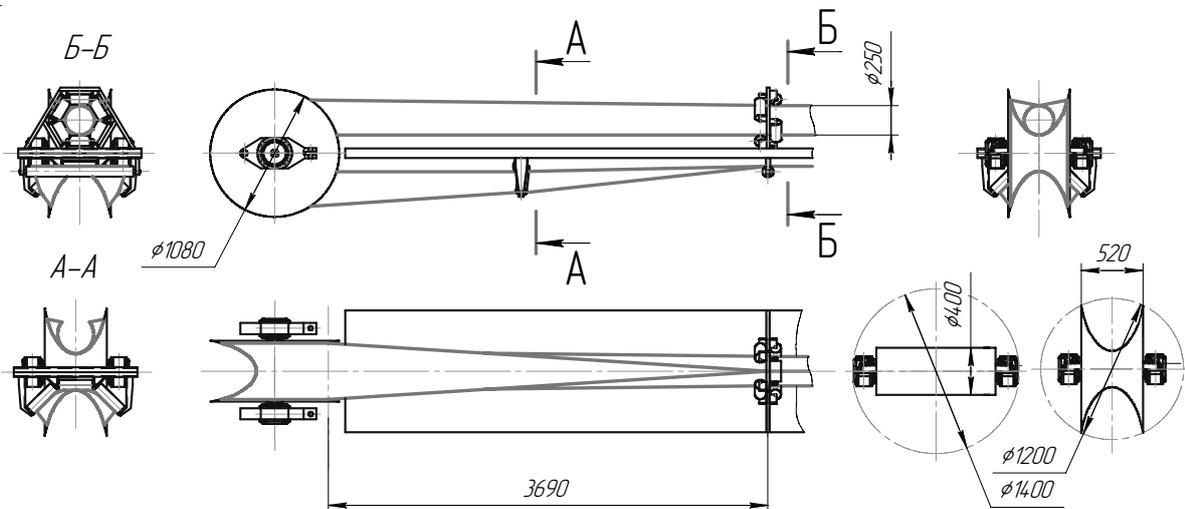


Рисунок 4. Переходной участок для ленты шириной 800 мм конвейера с барабаном имеющем образующую в виде цепной линии.

Применение барабанов с образующей в виде цепной линии связано с применением ленты имеющей такую же форму. Применение плоской ленты затруднительно так как требует больших предварительных натяжений для возможности обхвата барабана лентой, что не реально.

Если предположить, что имеется возможность создания конвейера с лентой и барабаном, имеющих форму цепной линии (рис. 5), длину переходного участка можно уменьшить вдвое.

Рассматривая сход ленты с барабана (рис. 6), можно отметить, что подобное техническое решение позволяет избежать столь нежелательного явления. Сход ленты на барабане связан с изменением угла набегающей ветви ленты на барабан.

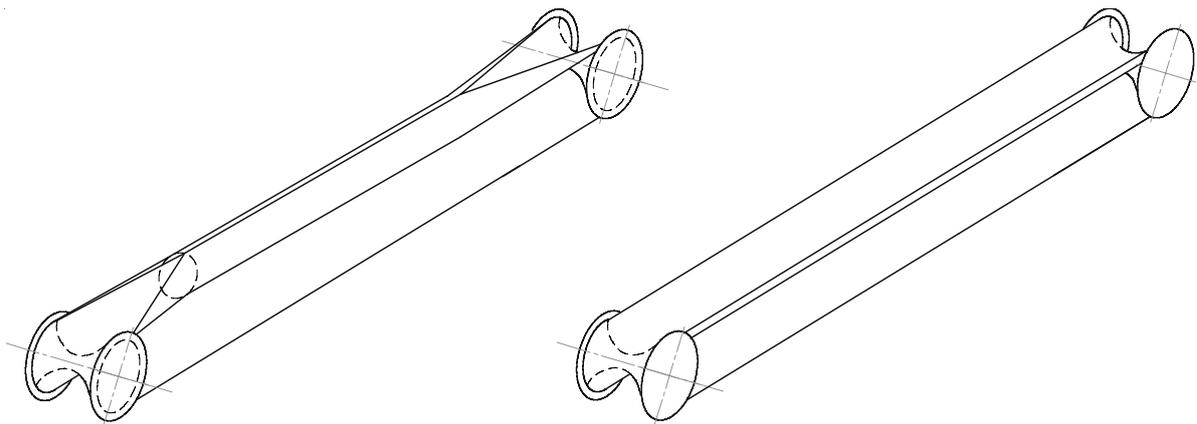
На рис. 6. приведена схема выпадание ленты с барабана при его разворотах (изменением угла

набегающей ветви ленты на барабан) полученная графическим путем.

Как видно из схемы выпадание ленты возможно при развороте барабана относительно оси ленты на угол  $38^\circ$ .

### Выводы

1. Применение барабанов и лент вогнутого профиля позволяют повысить технический уровень конвейеров, с изменяющейся длиной за счет уменьшения переходного участка с развернутой в трубчатую ленту.
2. На конвейерах с барабанами и лентами вогнутого профиля переходной участок с желобчатой ленты на трубчатую в два раза меньше, чем переходной участок с плоской ленты на трубчатую.



**Рисунок 5.** Ленточный конвейер с лентой и барабаном имеющей форму цепной линии: а) с верхней ветвью имеющей переходной участок и трубчатую ленту; б) с верхней ветвью не имеющей переходного участка и трубчатой ленты.



**Рисунок 6.** Схема смещение ленты шириной 800 мм при развороте барабана имеющего форму цепной линии.

## Литература

1. Гаврюков, А. В. Теория и практика использования ленточных конвейеров, работающих при изменяющейся длине / А. В. Гаврюков. – Макеевка : ДонНАСА, 2007. – 119 с.
2. Биличенко, Н. Я. Эксплуатационные режимы ленточных конвейеров / Н. Я. Биличенко, Е. М. Высочин, Е. Х. Завгородний. – Киев : Госгортехиздат УССР, 1964. – 263 с.
3. Современная теория ленточных конвейеров горных предприятий / В. И. Галкин, В. Г. Дмитриев, В. П. Дьяченко [и др.]. – М. : Изд-во МГГУ, 2005. – 543 с.
4. Шахмейстер, Л. Г. Теория и расчет ленточных конвейеров / Л. Г. Шахмейстер, В. Г. Дмитриев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1987. – 336 с.
5. Кулагин, Д. С. Влияние некоторых конструктивных параметров ленточного трубчатого конвейера на допустимые радиусы изгиба его трассы ленточного трубчатого конвейера в горизонтальной плоскости / Д. С. Кулагин // ГИАБ. – 2005. – № 7. – С. 272–274.
6. Землерийна машина для буріння свердловин : пат. 90424 Україна : МПК E21B 7/00 E02F 5/20 (2006.01), E02D 17/06 / Гаврюков О. В., Семенченко А. К., Трет'як А. В. – № а 2009 07663; заявл. 21.07.09., опубл. 10.02.10., Бюл. № 8. – 4 с.
7. Галкин, В. И. Особенности эксплуатации трубчатых ленточных конвейеров / В. И. Галкин // Горное оборудование и электромеханика. – 2008. – № 1. – С. 7–12.
8. Механические свойства конвейерных лент из синтетического волокна / В. И. Лескевич, В. К. Смирнов, В. П. Крот, И. И. Кащеев // Вопросы рудничного транспорта : сб. научных трудов. – М. : Недра, 1970. – Вып. 11. – С. 117–123.
9. Lauhoff, H. Horizontalkurvengangige Gurtforderer Ein Schliissel zur Kostensenkung beim Materialtransport / H. Lauhoff // ZKG International 40. – 1987. – № 4. – P. 190–195.
10. Выгодский, М. Я. Справочник по элементарной математике / М. Я. Выгодский. – М. : АСТ Асель, 2006. – 509 с.

## References

1. Gavryukov, A. V. Theory and practice of using belt conveyers operating with varied length. Makiivka: DonNASA, 2007. 119 p. (in Russian)
2. Bilichenko, N. Ja.; Vysochin, E. M.; Zavgorodnij, E. H. Operation modes of belt conveyers. Kyiv: Gosgortehizdat USSR, 1964. 263 p. (in Russian)
3. Galkin, V. I.; Dmitriev, V. G.; Djachenko, V. P. et al. Modern theory of belt conveyers of mine enterprises. Moscow: Izd-vo MGGU, 2005. 543 p. (in Russian)
4. Shahmejster, L. G.; Dmitriev, V. G. Theory and analysis of belt conveyers. Moscow: Mashinostroenie, 1987. 336 p. (in Russian)
5. Kulagin, D. S. Influence of some constructive parameters of tubular belt conveyers upon tolerable radii of its path curve. *GIAB*, 2005, № 7, p. 272–274. (in Russian)
6. Gavryukov, O. V.; Semenchenko, A. K.; Tretjak, A. V. Excavating machine for well drilling. Patent 90424 Ukraine: MPK E21B 7/00 E02F 5/20 (2006.01), E02D 17/06/. № а 2009 07663; declaration 21.07.09., published 10.02.10., Bul. № 8. 4 p. (in Ukrainian)
7. Galkin, V. I. Specific features of operation of tubular belt conveyers. *Mining equipment and electric mechanics*, 2008, № 1, p. 7–12. (in Russian)
8. Leskevich, V. I.; Smirnov, V. K.; Krot, V. P.; Kashchev, I. I. Mechanical characteristics of tubular belt conveyers made of synthetic-base fibre. *Scientific works Mining transport*. Moscow: Nedra, 1970. Vol. 11, p. 117–123. (in Russian)
9. Lauhoff, H. Horizontalkurvengangige Gurtforderer Ein Schliissel zur Kostensenkung beim Materialtransport. *ZKG International* 40, 1987, № 4, s. 190–195.
10. Vygodskij, M. Ya. Enquiry of elementary mathematics. Moscow: AST Astel, 2006. 509 p. (in Russian)

**Гаврюков Олександр Володимирович** – к. т. н., доцент кафедри підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх машин та обладнання Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: основи теорії стрічкових конвеєрів з параметрами довжини і поперечного перетину стрічки, що змінюються, машини для земляних робіт, системи автоматичного проектування машин і механізмів.

**Кралін Андрій Костянтинович** – к. т. н., доцент кафедри підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх машин та обладнання Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: пластичне формоутворення різбового профілю; дослідження динамічних процесів, що виникають в роторних установках.

**Талалай Віктор Олександрович** – к. т. н., доцент кафедри підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх машин та обладнання Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: підвищення ефективності роботи будівельних і дорожніх машин шляхом удосконалювання параметрів робочого обладнання, на підставі теоретичних та експериментальних досліджень, а також за рахунок формування багатофункціональних робочих органів.

**Гаврюков Александр Владимирович** – к. т. н., доцент кафедры подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: основы теории ленточных конвейеров с изменяющимися параметрами длины и поперечного сечения ленты, машины для земляных работ, системы автоматического проектирования машин и механизмов.

**Кралин Андрей Константинович** – к. т. н., доцент кафедры подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: пластическое формообразование резьбового профиля; исследование динамических процессов, возникающих в роторных установках.

**Талалай Виктор Александрович** – к. т. н., доцент кафедры подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: повышение эффективности работы строительных и дорожных машин путем совершенствования параметров рабочего оборудования, на основании теоретических и экспериментальных исследований, а также за счет формирования многофункциональных рабочих органов.

**Gavriukov Alexander** – Ph. D. (Engineering), an Assistant Professor of the Hoisting-and-Conveying, Construction, Road-Building Machines Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Research trends: fundamentals of theory of belt conveyers having variable parameters of belt's length and cross-section, excavating machines, machines and mechanisms automated design systems.

**Kralin Andrey** – Ph. D. (Engineering), an Assistant Professor of the Hoisting-and-Conveying, Construction, Road-Building Machines Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Research interests: plastic shape forming of thread sections; the investigation of dynamic processes in rotor sets.

**Talalay Victor** – Ph. D. (Engineering), an Assistant Professor of the Hoisting-and-Conveying, Construction, Road-Building Machines Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Research interests: increasing the efficiency of construction and road machines operation by improvement of the equipment parameters and research, and also by the multifunctional working units formation.

