УДК 622.647

О.Т. Балабаев
Карагандинский государственный технический университет, Казахстан
Тел./Факс:+7(7212) 56-75-98; E-mail: kafedra_pt@mail.ru

ОСНОВЫ РАСЧЕТА РАЦИОНАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ОТКЛОНЯЮЩИХ БАРАБАНОВ РУДНЫХ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

В статье рассмотрены результаты теоретических исследований по определению рациональной конструкции отклоняющих барабанов рудных ленточных конвейеров. Установлено, что при расчете суммарных нагрузок действующих на отклоняющий барабан необходимо учитывать: динамические усилия при движению ленты по среднему ролику и при деформации ленты по бортам; обобщенную силу, действующую на систему при воздействии на нее единичного куска груза. Предложен оригинальный способ усиления конструкции отклоняющего барабана грузовой ветви ленточного конвейера путем установки кольца жесткости, позволяющего снижать напряженно-деформированное состояние обечайки барабана.
Ключевые слова: *ленточный конвейер, обечайка, отклоняющий барабан, рудник,* суммарная нагрузка.

Введение

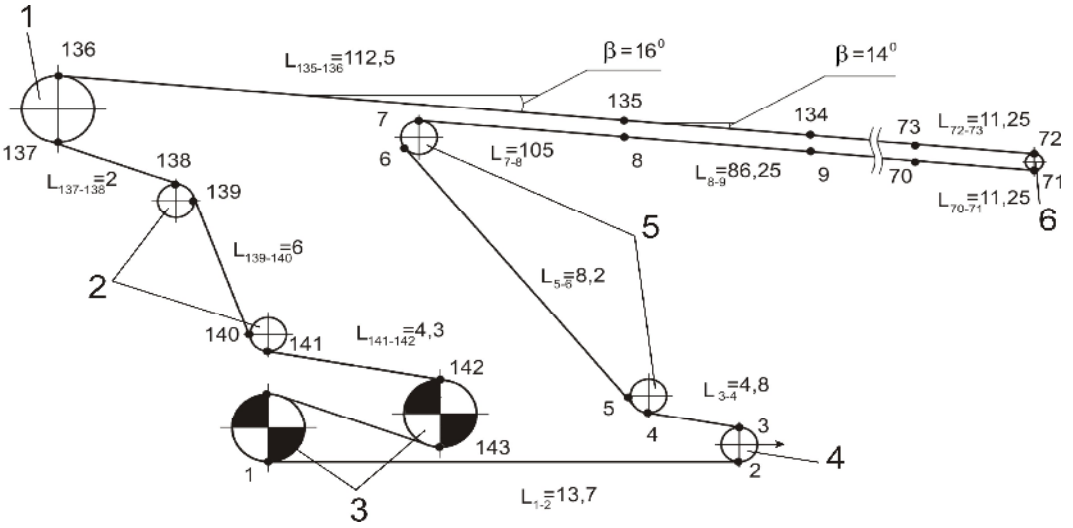
В настоящее время накоплен значительный опыт эксплуатации ленточных конвейеров на подземных рудных предприятиях. За последние шесть лет на рудниках Республики Казахстан практически каждый год внедряют ленточные конвейера (таблица 1).

Таблица 1. Сведения о ленточных конвейерах, внедряемых на рудных предприятиях РК

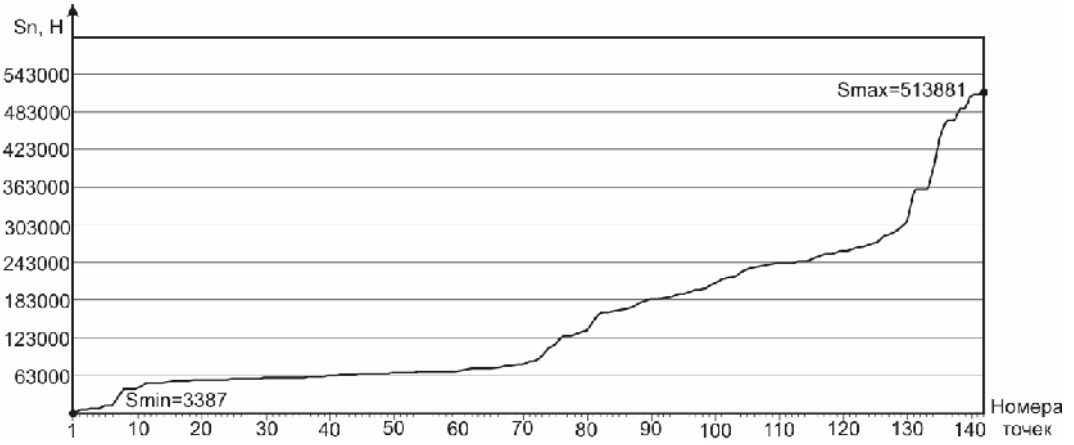
№	Рудник	Год запуска	Производитель	Количество конвейеров	Общая суммарная длина конвейеров
1	Степной	2004	Сызранский завод тяжелого машиностроения ОАО «ТЯЖМАШ» (Россия)	5	4220
2	Жаманайбат	2005	Белохолуницкий машиностроительный завод (Россия)	7	2080
3	Анинский	2006		3	1590
4	Западный	2007		3	1860
5	Нурказган	2009	Фирма «H+E Logistik GMBH» (Германия)	2	2400

К примеру, эксплуатация магистрального ленточного конвейера на руднике Нурказган свидетельствует о недостаточной в ряде случаев прочности конструкций отклоняющих барабанов грузовой ветви (рисунок 1). Это выражается возникновением трещин в крайних сечениях обечаек (рисунок 2), что влечет за собой выходы из строя отклоняющих барабанов в меньшие от проектного ресурса сроки [1].

а)



б)



а – нумерация точек сопряжений, б – график натяжения ленты, 1 – разгрузочный барабан, 2 – отклоняющие барабаны грузовой ветви, 3 – приводные барабаны, 4 – натяжной барабан, 5 – отклоняющие барабаны холостой ветви, 6 – концевой барабан.

Рис. 1. Результаты расчета методом обхода по контуру магистрального ленточного конвейера рудника «Нурказган»

Проведенные исследования [2] показали необходимость увеличения прочности конструкций отклоняющих барабанов за счет усиления обечайки, что позволит устранить опасные зоны с максимальными напряжениями и предотвратить образование трещин.

Существующие инженерные методики прочностного расчета отклоняющих барабанов не в полной мере учитывают влияние динамических усилий, в результате чего, при проектировании завышается коэффициент запаса прочности.

В связи с этим, разработка методов прочностного расчета отклоняющих барабанов грузовой ветви, позволяющей выбирать их рациональные геометрические параметры с достаточным запасом прочности, является актуальной задачей, обеспечивающей безотказную работу приводных станций рудных ленточных конвейеров.

Основное содержание и результаты работы

При работе отклоняющих барабанов грузовой ветви, величины нагрузок на обечайку барабанов в некоторых режимах транспортирования среднедробленных грузов резко увеличивается, что приводит к нарушению прочности барабанов и проявляется разрушениями в виде трещин (рисунок 2).

Рис. 2. Разрушение обечайки отклоняющих барабанов

Разрушения могут произойти под действием статических и динамических нагрузок. Динамические нагрузки могут носить цикличный характер, вызванный, неравномерностью движения тягового органа вызванного ударами крупных кусков об ролики грузовых роликоопор. Нагрузки носят динамический характер, вызванный деформацией ленты при мгновенном выпрямлении желобчатой ленты на головном барабане. Складываясь со статическими нагрузками, они приводят к усталостным разрушениям обечайки отклоняющих барабанов [2].

Для выполнения практических расчетов конструкции отклоняющих барабанов на прочность необходимо располагать сведениями о возможных величинах максимальных нагрузок, действующих на элементы барабана. В связи, с чем введенный в расчеты коэффициент повышения нагрузки на элементы конвейера обеспечивает точность при определении величины максимальных суммарных нагрузок действующих на отклоняющий барабан грузовой ветви

$$k_{ПН} = \frac{\sum S}{S_C}, \quad (1)$$

где $\sum S$ – максимальная суммарная нагрузка, Н

$$\sum S = S_C + S_Д = S_C + (P_Z^{расч.} + P_{ср} + P_{бр"}), \quad (2)$$

S_C – статическая нагрузка, Н; $S_Д$ – динамическая нагрузка, Н; $P_Z^{расч}$ – расчетная суммарная обобщенная сила, действующая на систему при воздействии на нее груза, Н; $P_{ср}$ – нагрузки, возникающие при продольной деформации ленты, Н; $P_{бр"}$ – нагрузки, возникающие при поперечной деформации ленты, Н [3, 4].

Результаты исследований позволили построить зависимости, представленные на рисунках 3 и 4. Расчеты показали, что при увеличении скорости движения ленты конвейера меняются значения коэффициента повышения нагрузки (рисунок 5), а следовательно и снижаются общие суммарные нагрузки действующие на обечайку отклоняющих барабанов грузовой ветви рудных ленточных конвейеров. Любой инженерный расчет предполагает определенный порядок, который систематизирует выполняемые операции, и для получения качественных и достоверных результатов алгоритм расчета разработанной методики введен в созданную для этих целей компьютерную программу для ЭВМ «Методика прочностного расчета конструкции отклоняющих барабанов грузовой ветви рудных ленточных конвейеров» (рисунок 6) [4, 5].

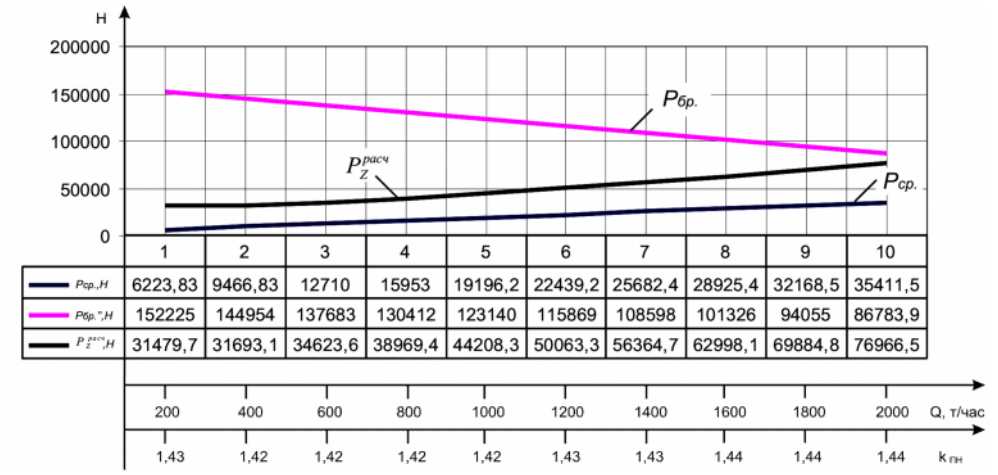


Рис. 3. Зависимость усилий возникающих при деформации ленты по среднему ролику $P_{ср}$, по бортам $P_{бр}^{"}$ и при воздействии груза на роликоопоры $P_Z^{расч.}$ от производительности Q и коэффициента повышения нагрузки $k_{ПН}$

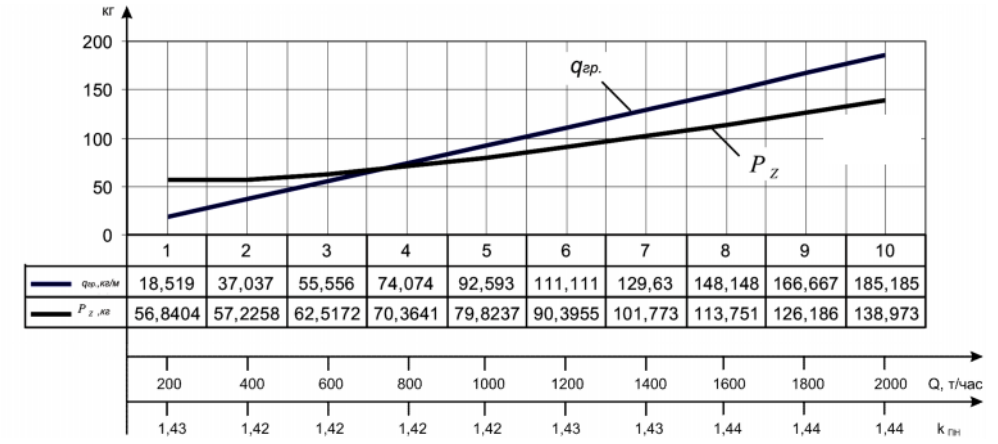


Рис. 4. Зависимость погонной массы груза $q_{гр}$ и обобщенной силы, действующей на систему при воздействии на нее куска груза P_Z от производительности Q и коэффициента повышения нагрузки $k_{ПН}$

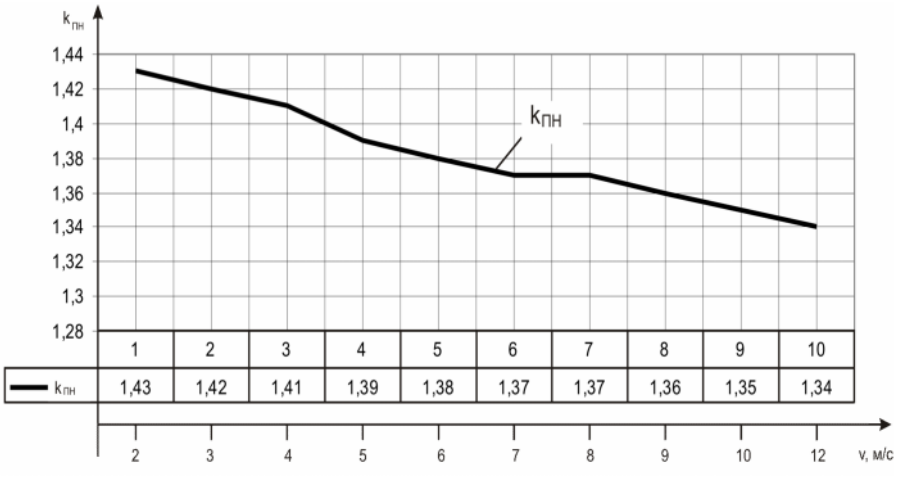


Рис. 5. Зависимость коэффициента повышения нагрузки $k_{ПН}$ от скорости движения ленты конвейера ν

а) б)

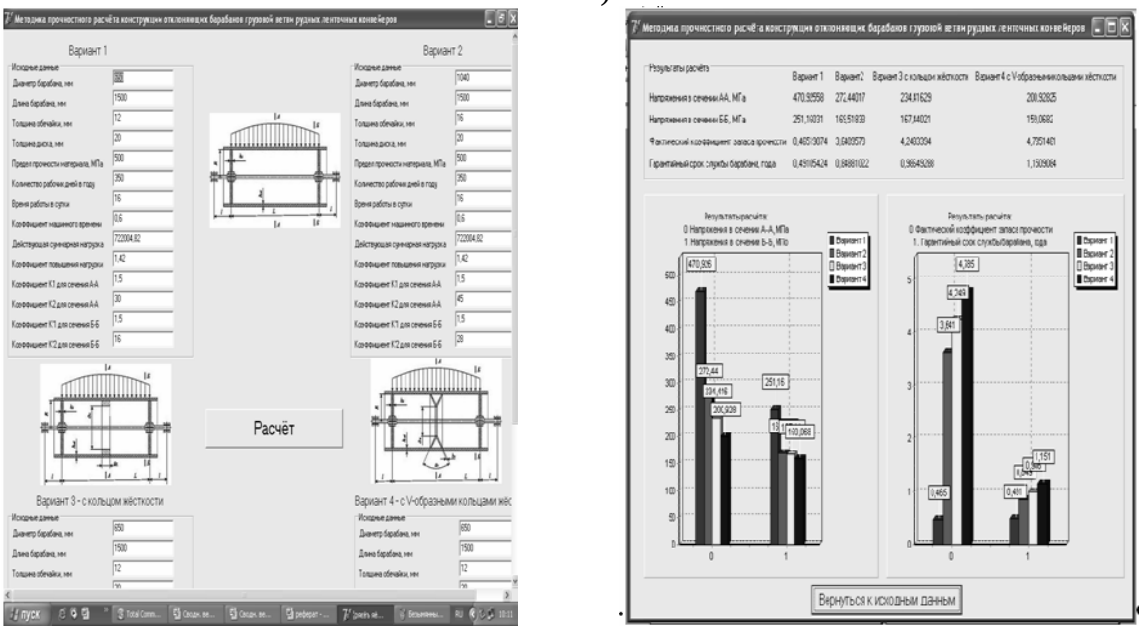
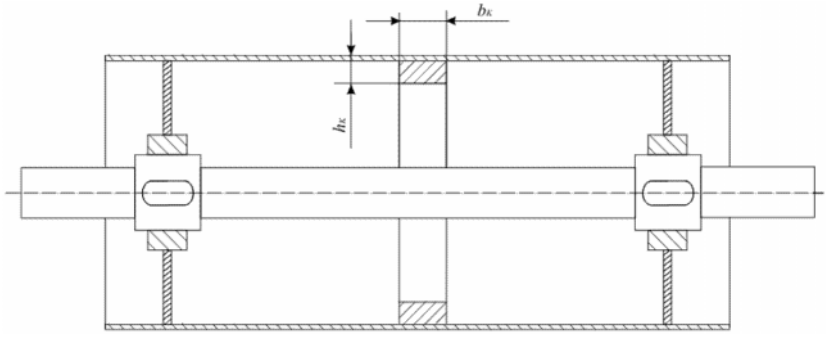


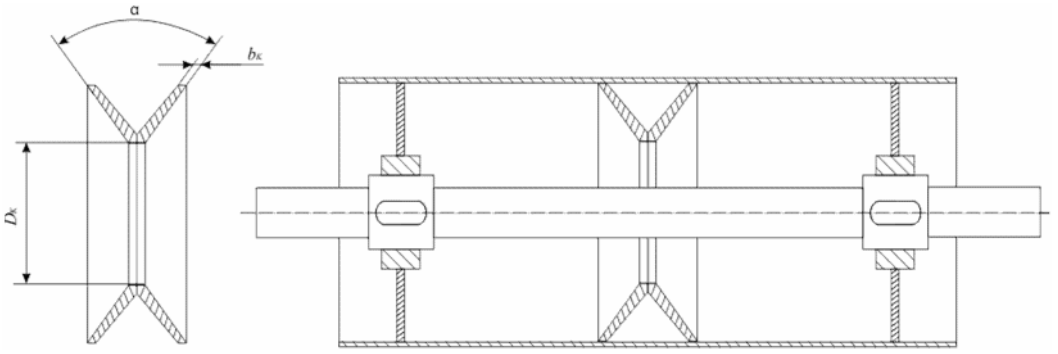
Рис. 6. Диалоговые окна компьютерной программы для ЭВМ «Методика прочностного расчета конструкции отклоняющих барабанов грузовой ветви рудных ленточных конвейеров»

Снижение напряжено-деформированного состояния обечайки отклоняющих барабанов грузовой ветви ленточных конвейеров можно достичь путем замены на барабан с увеличенным диаметром и толщиной обечайки. Однако утяжеление отклоняющего барабана влечет за собой необходимость в увеличении несущей способности рамы приводной станции ленточного конвейера. В связи с этим необходимо обечайку отклоняющего барабана усиливать кольцом жесткости (рисунок 7, а).

а)



б)



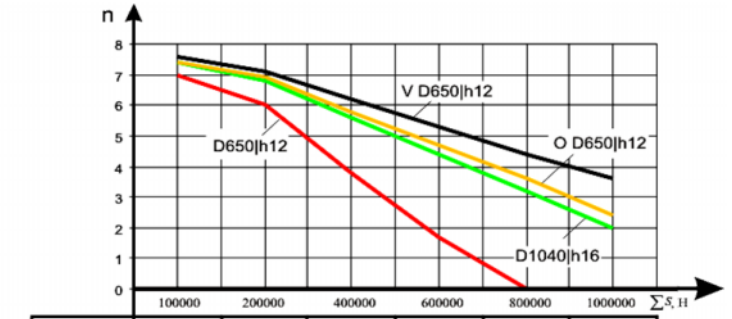
а – с кольцом жесткости, б – с V-ми кольцами жесткости.

Рис. 7. Конструкции отклоняющих барабанов магистральных ленточных конвейеров

Размеры кольца следует выбирать таким образом, чтобы обеспечивалась прочность конструкции отклоняющего барабана. На усилия и напряжения, вызванные изгибом вала, кольцо не оказывает влияния. В случае, когда прочность конструкции определяется на внутреннем контуре диска, установка кольца нецелесообразна. Ужесточая обечайку, кольцо уменьшает усилия, передаваемые на диски со стороны обечайки, но не меняет картину напряженного состояния дисков [2].

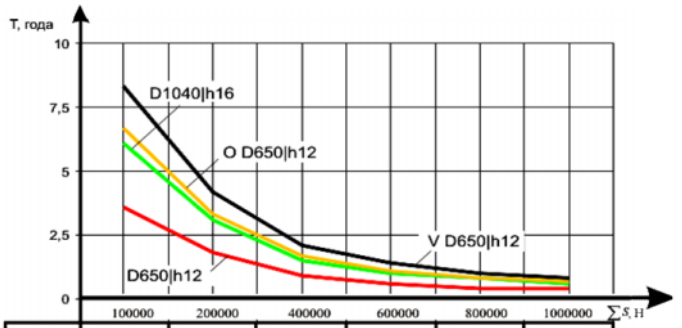
При установке подкрепляющего кольца уменьшаются напряжения и внутренние усилия в обечайке отклоняющих барабанов грузовой ветви. При этом для снижения напряжений в обечайке необходимо увеличение конструктивных размеров кольца жесткости (ширины b_K и высоты h_K). В качестве нового способа усиления конструкции отклоняющих барабанов грузовой ветви ленточных конвейеров, можно предложить V-ое кольцо жесткости, представленное на рисунке 7, б [6].

Рациональность предложенной конструкции была проверена разработанной компьютерной программой для ЭВМ «Методика прочностного расчета конструкции отклоняющих барабанов грузовой ветви рудных ленточных конвейеров» [5]. В результате использования вышеуказанной программы получены зависимости для различных вариантов конструктивного исполнения отклоняющих барабанов грузовой ветви рудных ленточных конвейеров, представленные виде диаграмм на рисунках 8 и 9.



	100000	200000	400000	600000	800000	1000000
D650|h12	7	6	3,8	1,7	0	0
D1040|h16	7,4	6,8	5,6	4,4	3,2	2
O D650|h12	7,4	6,9	5,8	4,7	3,6	2,4
V D650|h12	7,6	7,1	6,2	5,3	4,4	3,6

Рис. 8 . Зависимость запаса прочности различных конструкций отклоняющих барабанов ленточного конвейера от действующих на них суммарных нагрузок



	100000	200000	400000	600000	800000	1000000
D650|h12	3,6	1,8	0,9	0,6	0,4	0,4
D1040|h16	6,1	3,1	1,5	1	0,8	0,6
O D650|h12	6,7	3,3	1,7	1,1	0,8	0,7
V D650|h12	8,3	4,2	2,1	1,4	1	0,8

Рис. 9. Зависимость срока службы различных конструкций отклоняющих барабанов ленточного конвейера от действующих на них суммарных нагрузок

Заключение

На основе выполненных теоретических исследований установлено, что:

- при расчете суммарных нагрузок действующих на отклоняющий барабан необходимо учитывать: динамические усилия при движении ленты по среднему ролику и при деформации ленты по бортам; обобщенную силу, действующую на систему при воздействии на нее единичного куска груза;

- при выполнении практических расчетов отклоняющих барабанов на прочность необходимо учитывать внезапные непредвиденные нагрузки, в связи, с чем в расчеты вводится коэффициент повышения нагрузки, обеспечивающий точность расчетов;

- при увеличении производительности конвейера: повышаются ударная нагрузка от кусков груза и коэффициент повышения нагрузки; растут усилия, возникающие при деформации ленты в продольном направлении, а усилия от деформации ленты в поперечном направлении снижаются;

- при увеличении скорости движения ленты конвейера снижаются значения коэффициента повышения нагрузки, а следовательно и уменьшаются общие суммарные нагрузки действующие на обечайку отклоняющих барабанов грузовой ветви рудных ленточных конвейеров;

- предложенный новый способ усиления конструкции отклоняющего барабана грузовой ветви ленточного конвейера, путем установки V-го кольца жесткости позволяет снижать напряжено-деформированное состояние обечайки.

Список литературы:

1. Повышение эффективности работы магистрального ленточного конвейера на руднике «Нурказган» за счет определения его наиболее рациональных конструктивных и эксплуатационных параметров: научно-исследовательский отчет конструкторско-технологической работы. – Караганда: КарГТУ, 2009. – 72 с.

2. Шахмейстер Л.Г. Теория и расчет ленточных конвейеров / Л.Г. Шахмейстер, В.Г. Дмитриев. – М.: Машиностроение, 1978. – 392 с.

3. Акашев З.Т. Поиск и реализация наукоемких продукций в промышленности и транспорте: монография / З.Т. Акашев, С.К. Малыбаев, А.З. Акашев. – Караганды: КарГТУ, 2006. – 197 с.

4. Балабаев О.Т. Прочностной расчет отклоняющих барабанов магистрального ленточного конвейера рудника «Нурказган» / О.Т. Балабаев // Международный научный журнал «Актуальные проблемы современности». – Караганда: «Болашақ-Баспа», 2009. – №12. – С.13-15.

5. Компьютерная программа для ЭВМ «Методика прочностного расчета конструкций барабанов ленточных конвейеров: свидетельство о государственной регистрации объекта интеллектуальной собственности / Малыбаев С.К., Акашев З.Т., Данияров Н.А., Балабаев О.Т. – Запись в реестре комитета по правам интеллектуальной собственности за №1350 от 6 августа 2010.

6. Барабан ленточного конвейера: инновационный патент на изобретение №24538 / Малыбаев С.К., Акашев З.Т., Данияров Н.А., Балабаев О.Т. – Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Республики Казахстан 03.08.2011.

Надійшла до редколегії 31.01.2012.

О.Т. Балабаєв

ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ РАЦІОНАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ВІДХИЛЕННЯ БАРАБАНІВ РУДНИХ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ

У статті розглянуто результати теоретичних досліджень по визначенню раціональної конструкції барабанів, що відхиляють, рудних стрічкових конвеєрів. Встановлено, що при розрахунку сумарних навантажень, діючих на барабан що відхиляє, необхідно враховувати: динамічні зусилля при руху стрічки по середньому ролику і при деформації стрічки по бортах; узагальнену силу, що діє на систему при дії на неї одиничного шматка вантажу. Запропоновано оригінальний спосіб посилення конструкції барабана, що відхиляє, вантажної гілки стрічкового конвеєра, шляхом установки кільця жорсткості, що дозволяє знижувати напружене-деформований стан обичайки барабана.

Ключові слова: *стрічковий конвеєр, обичайка, що відхиляє барабан, рудник, сумарне навантаження.*

O.T. Balabaev

FUNDAMENTALS OF RATIONAL DESIGN DEFLECTING DRUMS OF ORE BELT CONVEYORS

In the article the results of theoretical studies to determine the rational design of deflecting drums of ore conveyor belt. It is established that, in calculating the total load acting on the deflection drum must be considered: dynamic forces in the belt along the middle roller, and the deformation bands on the sides, the generalized force acting on the system under the action of a single piece of cargo. An original way to strengthen the construction of a deflecting drum loading conveyor branch by setting the stiffness of the ring-reducing strained-deformed state of the drum shell.

Keywords: *conveyor system, shell, Diversion, a mine, the total load.*