УДК 621.867.003.13

К.К. Мулухов, З.Н. Беслекоева

МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ОБОРУДОВАНИЯ КРУТОНАКЛОННОГО КОНВЕЙЕРНОГО ПОДЪЕМНИКА ДЛЯ КРУПНОКУСКОВЫХ ГОРНЫХ ГРУЗОВ И ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ

Ленточно-колесный конвейер является сочетанием признаков эскалаторов и ленточных конвейеров и обладает высокой степенью конструктивной преемственности. При проектировании конвейера нового типа следует максимально использовать стандартные и унифицированные узлы и детали современных эскалаторов и ленточных конвейеров (тяговые цепи и цевочный реечный промежуточный привод, тяговые и натяжные звездочки, натяжные устройства тяговых цепей и устройства для безопасной эксплуатации эскалаторов, а также конвейерная лента, барабаны и роликоопоры ленточных конвейеров). Использование промежуточного цевочного реечного привода на наклонном участке конвейера взамен привода на головных концевых звездочках снимает основную нагрузку на тяговые цепи и существенно уменьшает габаритные размеры на верхних переходных участках, а также снижает нагрузку на основные катки ходовых опор. Кроме того, установка нескольких промежуточных приводов обеспечивает возможность бесперегрузочного транспортирования грузов. Рассмотрена конструкция специального лопастного перегружателя, обеспечивающего подачу груза на ленту конвейера с минимально возможной высоты и со скоростью движения конвейера.

Ключевые слова: ленточно-колесный конвейер, глубокий карьер, крутонаклонный конвейер, лопастный питатель, крупнокусковые горные грузы.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-4-0-179-188

Глубина большинства крупных рудных карьеров в настоящее время превышает 200 м, а проектная глубина некоторых открытых разработок достигает 600—700 м. Конвейерный транспорт является наиболее эффективным средством для подъема из глубоких шахт и карьеров, а при высокой производительности (20—30 млн т в год и более) ленточные конвейеры становятся практически единственным вариантом.

Применение ленточных конвейеров в обычном исполнении при разработке месторождений со скальными горными породами требует установки дробильных агрегатов, что существенно снижает эффективность конвейерного транспорта.

Стационарность объектов циклично-поточной технологии и нерациональность применяемых систем вскрытия обусловливают большой объем горно-капитальных и строительно-монтажных работ (до 75% общей стоимости комплексов). Только при подготовке для размещения дробильно-перегрузочных пунктов площадки средних размеров (200×100 м) в

ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. № 4. С. 179–188.

зависимости от глубины ее расположения на борту карьера и способа формирования требуется выполнить значительные дополнительные объемы вскрышных работ [1].

Исключить дорогостоящее дробление скальных пород и руд в дробилках позволяет ленточно-колесный конвейер, предложенный проф. А.О. Спиваковским [2].

Принципиальным отличием ленточно-колесного конвейера является исключение перекатывания груженой ленты по стационарным роликоопорам. В этом конвейере груженая ветвь ленты свободно опирается на ходовые опоры, соединенные между собой двумя замкнутыми в вертикальной плоскости цепями. Совместное движение грузонесущей ленты и контура с ходовыми опорами происходит только за счет фрикционного взаимодействия. Конвейер нового типа характеризуется высокой степенью конструктивной преемственности, т.к. в нем используются обычные приводные и натяжные станции, а также роликоопоры на холостой ветви конвейера.

Как показали опытно-промышленные испытания первых образцов конвейера, крупность кусков скальных пород и руд достигла 1000—1200 мм и более [3]. Такой конвейер в состоянии перемещать практически всю горную массу, подготовленную буровзрывным способом. Выход негабарита при этом не превышает 2—3%, что не требует применения дорогостоящих дробильных агрегатов или дополнительных средств цикличного транспорта. Вторичное дробление такой небольшой доли некондиционного материала не требует использования дробильных агрегатов, не вызывает особых трудностей и не приводит к простоям транспортного комплекса.

В предлагаемой усовершенствованной конструкции крутонаклонного конвейерного подъемника слой транспортируемого груза удерживается от скатывания или сползания вниз за счет прижатия слоя груза сверху свободными от груза боковыми участками самой грузонесущей ленты. При этом принудительное сведение боковых участков ленты осуществляется лямками, установленными по краям ходовых опор и соединенных управляемыми поворотными рычагами [4—7].

На рис. 1, *а* показана общая схема конвейера; на рис. 1, *б* — разрез А-А; на рис. 1, *в* — разрез В-В; на рис. 2 — схема установки дополнительных катков на ходовой опоре.

Крутонаклонный ленточный конвейер содержит грузонесущую ленту *1*, огибающую концевые барабаны *2* и *3*, опирающуюся на ходовые опоры *4* на верхней ветви и поддерживаемую прижимными рычагами *5* на нижней ветви. Прижимные рычаги *5* шарнирно установлены по краям ходовых опор *4*, подпружинены относительно поворота и соединены с опорами посредством передаточных механизмов *6*, *7* (пружины размещены внутри передаточного механизма и на чертежах не показаны). Передаточный механизм может быть выполнен в виде конической передачи или пространственного шарнирно-стержневого механизма. Ходовые опоры *4* снабжены катками *8*, перемещающимися по верхним *9* и нижним *10* ходовым направляющим. Опоры *4* соединены между собой замкнутыми тяговыми органами (цепи) *11*, огибающими верхние звездочки *12* и нижние натяжные *13*. На передаточных механизмах *6*, *7* смонтированы ролики *14*, взаимодействующие на концевых участках с копирными направляющими *15* и *16*.

На нижней ветви ленты *1* между головным разгрузочным барабаном *2* и звездочками *12* расположена роликоопора обратной желобчатости *17*, а между натяжным барабаном *3* и натяжными звездочками *13* — отклоняющие бара-

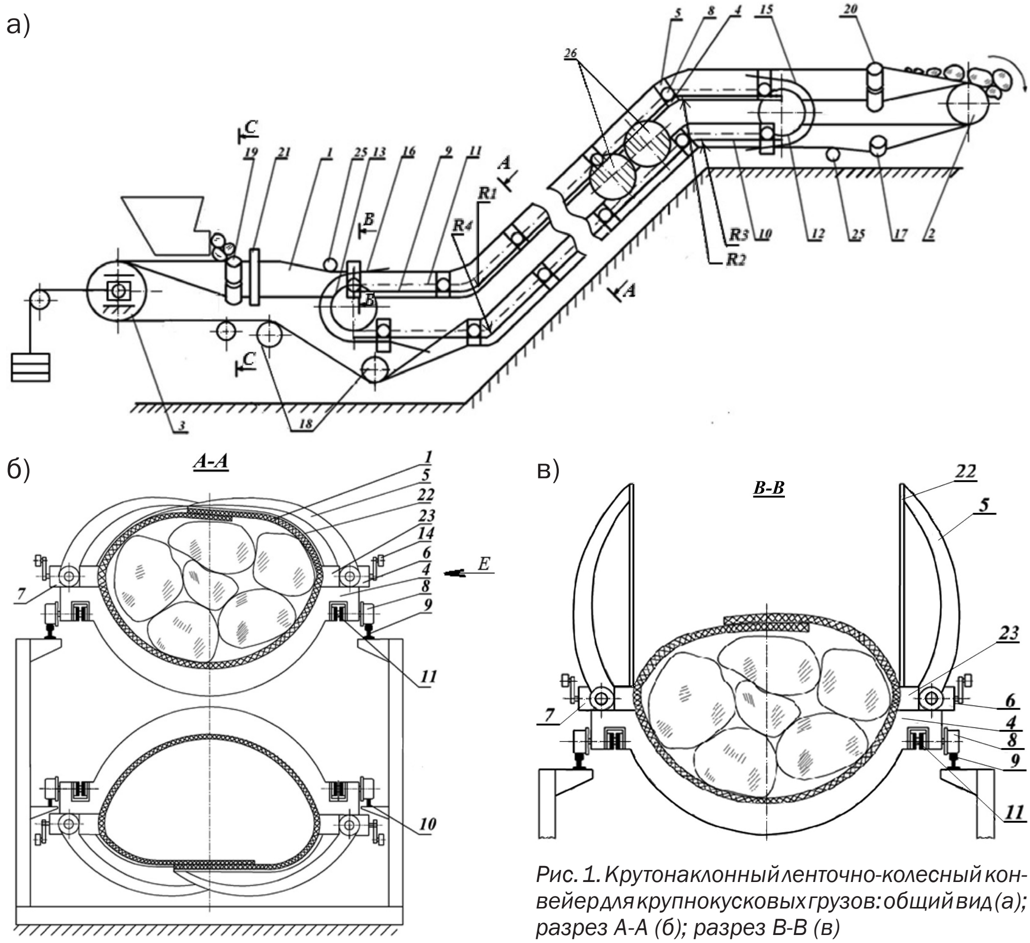

Рис. 1. Крутонаклонный ленточно-колесный конвейер для крупнокусковых грузов: общий вид (а); разрез А-А (б); разрез В-В (в)

баны *18*. В пункте загрузки конвейера размещена амортизирующая роликоопора *19*, а между головным барабаном *2* и звездочками *12* — переходная роликоопора *20*. Между роликоопорой *19* и натяжными звездочками *13* установлен датчик аварийной перегрузки конвейера *21*. При необходимости использования на конвейере дозирующего устройства оно может выполнять также функции датчика аварийной перегрузки конвейера.

К концам прижимных рычагов 5 прикреплены лямки *22*, присоединенные с противоположной стороны к ходовой опоре *4* через регулятор. Внутри регулятора установлена спиральная пружина, один конец которой прикреплен к лямке *22*, а другой — к корпусу регулятора *23*. Устройство и принцип действия лямок с регуляторами такие же, как и ремнях безопасности, применяемых в автомобилях.

Для предварительного сведения свободных от грузов боковых участков ленты и образования нахлесточного соединения кромок ленты, используются отклоняющие ролики *25*, по два ролика на верхней и нижней ветвях конвейера.

Предлагаемый крутонаклонный ленточный конвейер работает следующим образом.

Загрузочное устройство подает груз на ленту *1*. Загруженная лента после прохождения амортизирующей роликоопоры *19* и датчика аварийной перегрузки *21* поступает на отклоняющие ролики *25*, предварительно формирующие нахлесточное соединение кромок ленты. По мере прохождения роликами *14* копирных направляющих *16* на верхнем участке происходит сведение прижимных рычагов *5* и охват боковых участков ленты лямками *22*.

На верхнем концевом участке копирные направляющие *15* воздействуют на ролики *14*, вызывая принудительное поочередное разведение прижимных рычагов *5* и освобождение ленты *1* с грузом. Лента *1* через переходную роликоопору *20* поступает на головной барабан *2*, осуществляющий разгрузку конвейера. После огибания головного барабана *2* лента *1* последовательно проходит через роликоопору обратной желобчатости *17* и ролики *25*, после чего захватывается сверху лямками *22* при сведении прижимных рычагов *5*, в процессе прохождения роликами *14* копирных направляющих *15*. На нижнем концевом участке ролики *14* наезжают на копирные направляющие *16*, что вызывает разведение прижимных рычагов *5* и освобождение от захвата ленты *1*, которая через обводные барабаны *18* поступает на концевой натяжной барабан *3*.

Вопросы расчета и проектирования механизма управления прижимными рычагами и лямками, а также копирных направляющих, устанавливаемых на концевых участках, рассмотрены в работах [8, 9].

В сравнении с предложенной ранее конструкцией крутонаклонного ленточноколесного конвейера [8] вместо традиционного привода на головных концевых звездочках применен промежуточный привод в виде цевочной реечной передачи *26* (рис. 1, *а*), [10]. В такой передаче рейками являются звенья тяговых цепей, а функции цевок выполняют ролики цепей. Это позволяет разгрузить тяговые цепи *11* от больших натяжений на верхнем выпуклом участке перегиба (радиус R_2, рис. 1 , *а*). При этом существенно снижается нагрузка на ходовые катки *8* и обеспечивается возможность уменьшения радиуса переходного участка R_2.

Нагрузка на катки от натяжения тяговых цепей может многократно превосходить нагрузку, определяемую силами тяжести от погонных нагрузок.

Целесообразность такого решения по переносу привода подтверждается опытом проектирования и эксплуатации современных зарубежных и отечественных эскалаторов. Кроме того, при использовании такого промежуточного привода, делительный диаметр приводной звездочки эскалатора удалось уменьшить с 2,2 м до 564 мм, что позволяет существенно сократить габаритные размеры [4]. Дополнительным преимуществом варианта с промежуточным приводом является постоянство величины и направления вектора скорости рейки, что обеспечивает более плавную работу передачи.

На нижнем вогнутом участке перегиба трассы радиусы закруглений направляющих R_1 и R_4 определяются из условия сохранения контакта ходовых катков с направляющими. При значительных натяжениях тяговых цепей для сохранения контакта радиусы закруглений достигают больших величин, что в свою очередь увеличивает потребную ширину рабочей площадки уступа и обусловливает существенное увеличение объемов горно-капитальных и строительно-монтажных работ. На эскалаторах и пластинчатых конвейерах используют контршины, устанавливаемые сверху над ходовыми катками. Это приводит к повышенному износу ходовых катков и направляющих. Существенное сокращение радиусов закруглений R_1 и R_4 можно получить за счет установки дополнительных катков *27* (рис. 2).

Первоначально целью установки таких катков было обеспечение возможности повышения скорости движения ленточно-колесных конвейеров, что особенно важно для отвалообразователей и подъемных конвейеров. Как показали опытно-промышленные испытания ленточно-колесных конвейеров допускаемая скорость конвейера не превышает 0,8—1,0 м/с. Ограничение скорости движения связано с возникновением центробежных сил, действующих на ходовые опоры при огибании ими концевых звездочек, а также изменением направления вращения ходовых катков при переходе с верхних направляющих на нижние и наоборот. Соединение направляющих переходными участками 28 (рис. 2) позволяет исключить указанные недостатки. При установке дополнительных катков *27* с небольшим зазором по отношению к основным каткам *8* ходовые опоры будут перемещаться на катках *27* по нижним направляющим *10*, а на верхних направляющих *9* — на основных катках *8*. Для уменьшения динамических нагрузок на концевых участках оси катков *27* могут быть установлены на упругих элементах *29* (рис. 2).

Таким образом, использование модифицированного ленточно-колесного конвейера позволяет сделать следующие выводы:

• Использование промежуточного цевочного реечного привода на наклонном участке конвейера взамен привода на головных концевых звездочках снимает основную нагрузку на тяговые цепи и существенно уменьшает габаритные размеры на верхнем переходном участке с выпуклостью вверх, а также снизить нагрузку на основные катки ходовых опор.

• Введение в конструкцию ходовой опоры дополнительных катков существенно уменьшает габаритные размеры конвейера на нижнем переходном участке с выпуклостью вниз.

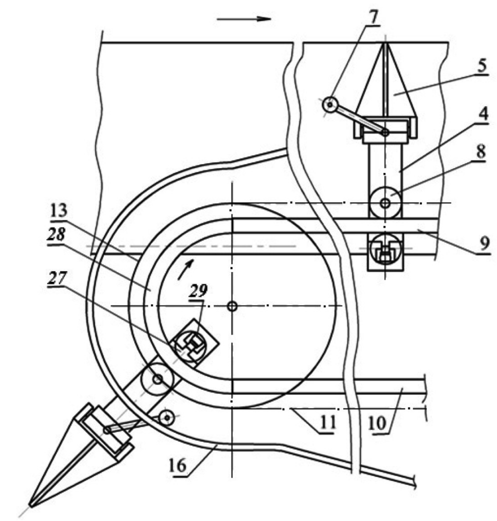

Рис. 2. Схема установки дополнительных катков на ходовой опоре

• Указанные выше конструктивные изменения позволяют сократить потребную ширину рабочей площадки уступа на карьере, что снижает объем горно-капитальных и строительно-монтажных работ.

Одной из наиболее трудных проблем, связанных с промышленным освоением ленточно-колесных конвейеров, является проблема создания эффективных загрузочных устройств, способных подавать крупнокусковую горную массу на ленту конвейера с минимально возможной высоты и со скоростью, близкой к скорости движения конвейера.

В наибольшей степени поставленным выше требованиям к загрузочным устройствам отвечают лопастные перегружатели. Известные лопастные перегружатели имеют тот существенный недостаток, что лопасти при своем вращении внедряются в грузопоток. При загрузке крупнокусковых скальных грузов это неизбежно влечет заклинивание отдельных кусков между лопастями и направляющим лотком. С целью исключения этого недостатка был предложен специальный лопастный перегружатель *1* (рис. 3, *а, б*). Устройство, предлагаемого усовершенствованного лопастного питателя, а также вопросы расчета и проектирования рассмотрены в работах [11—14].

В условиях циклично-поточной технологии при разработке месторождений со скальными или полускальными породами между конвейерным подъемником и выемочно-погрузочными машинами устанавливается бункер *2* (рис. 3, *а, б*). Загрузка бункера может осуществляться

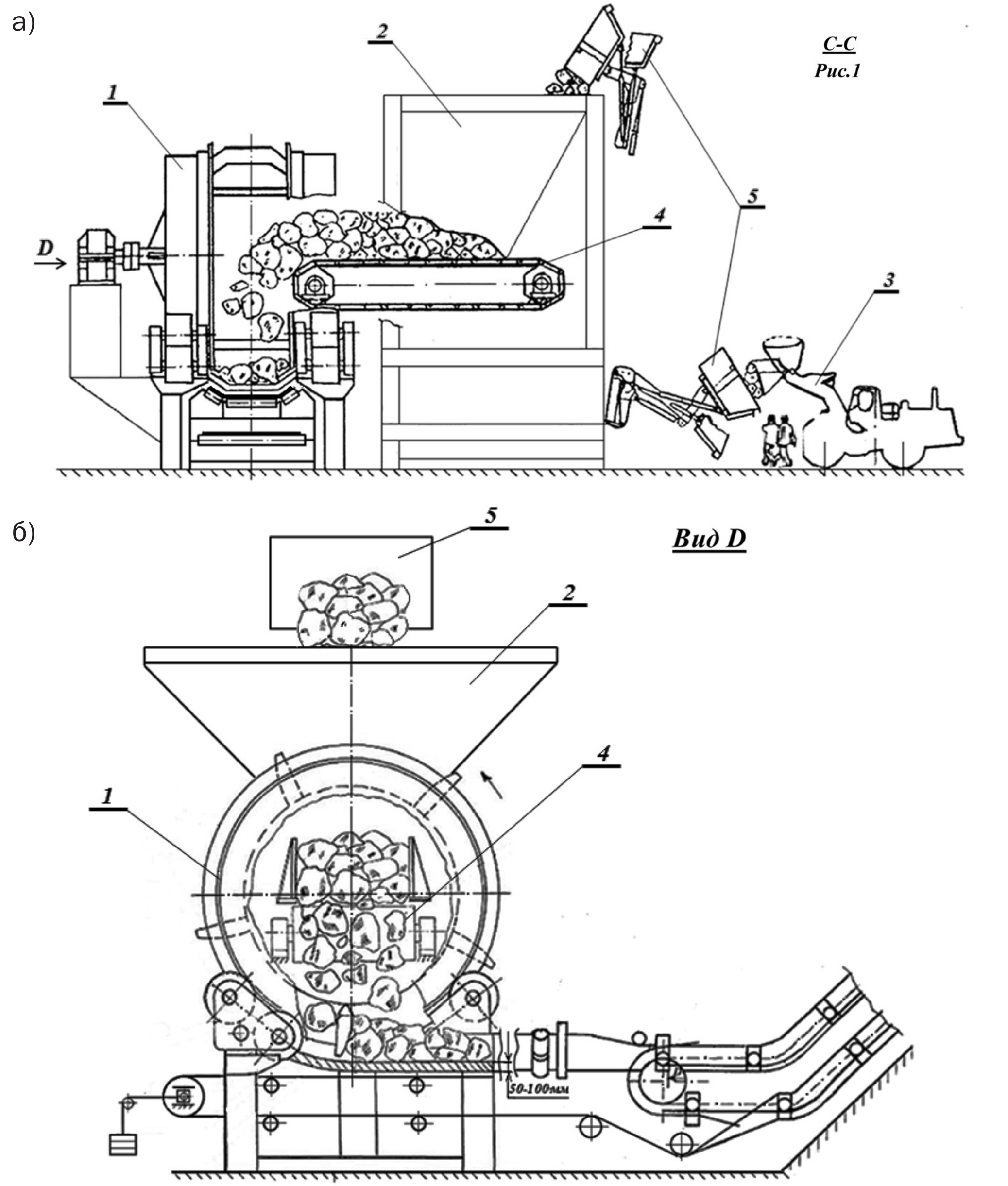

Рис. 3. Оборудование загрузочного пункта конвейерного подъемника: общий вид (а); вид D (б)

автосамосвалами или одноковшовыми колесными погрузчиками *3*, рис. 3, *а*. С учетом высоты става конвейера, высоты лопастей лопастного перегружателя *1*, а также высоты подбункерного питателя *4* высота верхней кромки бункера от основания составит не менее 8—10 м. Сооружение эстакад для заезда под разгрузку автосамосвалов или одноковшовых погрузчиков не только связано с затратами на изготовление и перемещение в процессе продвижения фронта работ, но и существенно усложняет маневровые работы и увеличивает время их осуществления при разгрузке погрузчиков или автосамосвалов. Рациональным вариантом является применение ковшовых опрокидных перегружателей *5* (рис. 3, *а, б*). При высокой производительности число опрокидных перегружателей можно увеличить до трех. Например, такие ковшовые перегружатели, выпускаемые американской компанией Creative Engineering Co., Bakersfield, CA, USA успешно зарекомендовали себя на ряде карьеров.

Одним из основных требований, предъявленных к типу и конструкции питателя *4* (рис. 3, *а, б*), расположенного по дну бункера, является его высокая прочность, возможность восприятия не только значительного статического давления от лежащей на нем толщи насыпного груза, но и динамических воздействий от падающих из разгружаемого автосамосвала с высоты, равной глубине бункера в сумме с высотой разгрузки самосвала крупных кусков груза, масса которых может достигать и даже превосходить 1,5—2 т. Чтобы уменьшить по возможности силу удара рекомендуется оставлять в бункере слой породы толщиной не меньше 1,5—2 м.

Еще одним предъявляемым к питателю требованием является его «активность», т.е. захватная сила, способна передать достаточно толстому слою находящейся в бункере горной массы движение по направлению к выпускному отверстию, что при определенной сообщаемой потоку груза скорости обеспечивает требуемую производительность. Указанным выше требованиям отвечают пластинчатые или скребковые питатели.

Предлагаемый в данной работе усовершенствованный крутонаклонный ленточно-колесный конвейер позволит решить одну из наиболее актуальных проблем в развитии циклично-поточной технологии разработки месторождений со скальными горными породами и рудами. Особенно важной эта проблема становится для глубоких карьеров.

Угол наклона подъемного конвейера может соответствовать углу откоса бортов карьера, что обусловливает существенное сокращение затрат на проведение горно-капитальных работ по установке подъемника и уменьшения длины самого конвейера.

Ленточно-колесный конвейер по существу является сочетанием признаков эскалаторов и ленточных конвейеров и обладает высокой степенью конструктивной преемственности. При проектировании конвейера нового типа следует максимально использовать стандартные и унифицированные узлы и детали современных эскалаторов и ленточных конвейеров (тяговые цепи и цевочный реечный промежуточный привод, тяговые и натяжные звездочки, натяжные устройства тяговых цепей и устройства для безопасной эксплуатации эскалаторов, а также конвейерная лента, барабаны и роликоопоры ленточных конвейеров).

Использование промежуточного цевочного реечного привода на наклонном участке конвейера взамен привода на головных концевых звездочках снимает основную нагрузку на тяговые цепи и существенно уменьшает габаритные размеры на верхних переходных участках, а также снижает нагрузку на основные катки ходовых опор. Кроме того, установка нескольких промежуточных приводов обеспечивает возможность бесперегрузочного транспортирования грузов.

Рассмотрена конструкция специального лопастного перегружателя, обеспечивающего подачу груза на ленту конвейера с минимально возможной высоты и со скоростью движения конвейера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Яковлев В. Л.* Перспективные решения в области циклично-поточной технологии глубоких карьеров // Горный журнал. — 2003. — № 4—5. — С. 51—56.

2. *Спиваковский А. О.* Ленточный конвейер. А.с. 166272, СССР, Б.И. № 21, 1964.

3. *Пухов Ю. С. и др.* Экспериментальные исследования опытного образца ленточного конвейера на ходовых опорах на руднике «Аксай» / Развитие и совершенствование шахтного и карьерного и транспорта. — М.: Недра, 1973. — С. 93—99.

4. *Мулухов К. К., Беслекоева З. Н.* Крутонаклонный конвейерный подъемник для крупнокусковых грузов и глубоких карьеров // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2009. — № 3. — С. 249—257.

5. *Мулухов К. К.*, Беслекоева З.Н. Крутонаклонный ленточный конвейер. Патент на изобретение РФ № 2455216 от 10.07.2012.

6. *Мулухов К. К., Беслекоева З. Н.* Конструкция и расчет крутонаклонного ленточно-колесного конвейера для крупнокусковых грузов и глубоких карьеров // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2012. — № 5. — С. 253—258.

7. *Мулухов К. К., Беслекоева З. Н.* Крутонаклонный ленточный конвейер. Патент на полезную модель РФ № 157034 от 24.03.2015.

8. *Мулухов К. К., Беслекоева З. Н.* Повышение надежности конструкции крутонаклонного ленточно-колесного конвейера для крупнокусковых горных грузов // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2015. — № 11. — С. 116—122.

9. *Мулухов К. К., Беслекоева З. Н.* Синтез механизма управления прижимными элементами крутонаклонного ленточно-колесного конвейера для крупнокусковых грузов // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2014. — № 1. — С. 188—197.

10. *Мулухов К. К., Беслекоева З. Н.* Совершенствование конструкции крутонаклонного ленточно-колесного конвейера для крупнокусковых грузов и глубоких карьеров // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2014. — ОВ 6. Горная механика и транспорт. — С. 124—133.

11. *Мулухов К. К., Беслекоева З. Н.* Лопастный питатель конвейера. Патент на изобретение № 2383742. РФ. Бюл. № 7, 2010.

12. *Мулухов К. К., Беслекоева З. Н.* Исследование и установление рациональных параметров лопастного питателя для безударной загрузки ленточных конвейеров крупнокусковыми грузами // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2012. — № 5. — С. 246—252.

13. *Мулухов К. К., Беслекоева З. Н.* Совершенствование конструкции лопастного питателя для безударной загрузки ленточных конвейеров крупнокусковыми грузами // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2014. — № 8. — С. 154—158.

14. *Мулухов К. К., Беслекоева З. Н.* Исследование неравномерности вращения специального лопастного перегружателя для безударной загрузки конвейеров крупнокусковыми грузами // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2016. — № 8. — С. 102—108. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Мулухов Казбек Казгериевич[1] — профессор, доктор технических наук,
Беслекоева Залина Николаевна[1] — доцент, кандидат технических наук,
e-mail: bezalina60@yandex.ru,
[1] Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет).

ISSN 0236-1493. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten’. 2018. No. 4, pp. 179–188.

K.K. Mulukhov, Z.N. Beslekoeva

RETROFITTING OF STEEP ANGLE CONVEYOR HOIST FOR COARSE CARGO IN DEEP OPEN PIT MINES

The upgraded steep angle belt-and-wheels conveyor will allow handling one of the most urgent concerns in development of cyclical-and-continuous method for hard mineral mining, which is particularly critical in deep open pit mines. The angle of such elevating conveyor can fit with the pit wall slope, which conditions essential reduction in the expenditures connected with the elevator installation and enables shortening of the conveyor. A belt-and-wheels conveyor integrates features of a moving staircase and a belt conveyor, and is highly capable for continuous restructuring. The new type conveyor design should to the maximum degree include standard and unified components and parts of modern escalators and belt conveyors (hauling chains and intermediate lantern rack-and-gear drives, hauling star gears and tighteners, chain tensioners and safety devices of escalators, as well as belts, drums and carrying rollers of belt conveyors). The installation of an intermediate lantern rack-and-gear drive at the inclined section of the conveyor instead of a socket drive relieves the main load from the hauling chains, allows essential reduction in the size of the upper transition sections and decreases the weight on the main wheels of the undercarriage. Furthermore, installation of a number of intermediate drives provides no-rehandling transportation. The design of a dedicated vane-type stage feeder that ensures loading of a conveyor from the maximum possible height at the current conveyor speed is described.

Key words: belt-and-wheels conveyor, deep open pit mine, steep angle conveyor, vane-type feeder, coarse mine cargo elements.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-4-0-179-188

AUTHORS

Mulukhov K.K.[1], Doctor of Technical Sciences, Professor,
Beslekoeva Z.N.[1], Candidate of Technical Sciences,
Assistant Professor, e-mail: bezalina60@yandex.ru,
[1] North Caucasus Mining-and-Metallurgy Institute (State Technological University),
362021, Vladikavkaz, Republic of North Ossetia-Alania, Russia.

REFERENCES

1. Yakovlev V. L. *Gornyy zhurnal*. 2003, no 4—5, pp. 51—56.
2. Spivakovskiy A. O. *Copyright certificate no 166272*, USSR, 1964.
3. Pukhov Yu. S. *Razvitie i sovershenstvovanie shakhtnogo i kar'ernogo i transporta* (Development and improvement of mine and quarry transport), Moscow, Nedra, 1973, pp. 93—99.
4. Mulukhov K. K., Beslekoeva Z. N. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2009, no 3, pp. 249—257.
5. Mulukhov K. K., Beslekoeva Z.N. *Patent RU 2455216*, 10.07.2012.
6. Mulukhov K. K., Beslekoeva Z. N. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2012, no 5, pp. 253—258.
7. Mulukhov K. K., Beslekoeva Z.N. *Patent RU 157034*, 24.03.2015.
8. Mulukhov K. K., Beslekoeva Z. N. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2015, no 11, pp. 116—122.
9. Mulukhov K. K., Beslekoeva Z. N. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2014, no 1, pp. 188—197.
10. Mulukhov K. K., Beslekoeva Z. N. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2014, Special edition 6, pp. 124—133.
11. Mulukhov K. K., Beslekoeva Z.N. *Patent RU 2383742*, 2010.
12. Mulukhov K. K., Beslekoeva Z. N. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2012, no 5, pp. 246—252.

13. Mulukhov K.K., Beslekoeva Z.N. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2014, no 8, pp. 154—158.
14. Mulukhov K.K., Beslekoeva Z.N. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2016, no 8, pp. 102—108.

FIGURES

Fig. 1. Steep angle belt-and-wheels conveyor for coarse cargo: main view (a); section A–A (b); section B–B (v).
Fig. 2. Installation layout of additional wheels on the run undercarriage.
Fig. 3. Equipment of loading station of an elevating conveyor: main view (a); view of D (b).

ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

КОНТРОЛЬ ИЗМЕНЕНИЙ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВОВ ГОРНЫХ ПОРОД НА ОСНОВЕ МАГНИТОУПРУГОГО ЭФФЕКТА И АНОМАЛИЙ СЕЙСМИЧЕСКОГО РЕЖИМА

(2017, № 12, СВ 36, 20 с.)

Дядьков Петр Георгиевич[1,2] — кандидат геолого-минералогических наук, доцент, в.н.с.,
Цибизов Леонид Валерьевич[1,2] — научный сотрудник, TsibizovLV@ipgg.sbras.ru,
Козлова Марина Петровна[1,2] — кандидат физико-математических наук, научный сотрудник,
Левичева Александра Викторовна[1] — научный сотрудник, LevichevaAV@ ipgg.sbras.ru,
Романенко Юлия Михайловна[1,2] — младший научный сотрудник,
Дучкова Александра Аглямовна[1] — инженер, DuchkovaAA@ipgg.sbras.ru,
Кулешов Дмитрий Александрович[1] — инженер, KuleshovDA@ipgg.sbras.ru,
[1] Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
[2] Новосибирский национальный исследовательский государственный университет.

Представлены экспериментальные и теоретические исследования изменений напряженного состояния массива горных пород, сопровождающих сильные землетрясения в районе Байкальской впадины и проявляющиеся в виде тектономагнитных аномалий магнитоупругой природы и аномалий выделения сейсмической энергии — сейсмических затиший и активизаций. Разработана геомеханическая 3D модель юго-западной части Байкальского региона, которая включает в себя магнитоупругую модель земной коры. Выявлены региональные сейсмические затишья, предшествующие сильным байкальским землетрясениям. Эти аномалии дефицита выделения сейсмической энергии могут выступать в качестве сейсмопрогностических критериев. Показано, что изменения в магнитном поле, которые регистрируются на сети пунктов тектономагнитных наблюдений в Байкальском регионе, могут быть важными дополнительными сейсмопрогностическими критериями на более коротких временах (месяцы — дни).

Ключевые слова: тектономагнетизм, земная кора, магнитоупругая модель, геомеханическая модель, напряженное состояние, численное моделирование, Байкальская рифтовая система, геодинамический полигон.

MONITORING CHANGES OF STRESS STATE OF ROCK MASSIF BASED ON THE MAGNETOELASTIC EFFECT AND THE ANOMALIES OF THE SEISMIC REGIME

Dyadkov P.G.[1,2], *Tsibizov L.V.*[1,2], *Kozlova M.P.*[1,2], *Levicheva A.V.*[1], *Romanenko Yu.M.*[1,2], *Duchkova A.A.*[1], *Kuleshov D.A.*[1]; [1] Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia; [2] Novosibirsk State University, Russia.

The 3D magnetoelastic model of the Earth's crust area at the Baikal basin southwestern edge is developed. The magnetoelastic model is built into the geomechanical model of the Earth's crust of the Baikal rift system southwestern flank. The model takes into account the inhomogeneous spatial distribution of magnetic and magnetoelastic properties in the Earth's crust. The developed model makes it possible to significantly increase the reliability of the interpretation of tectonomagnetic anomalies — the determination of the stress state change tensor's components. Anomalies of the seismic regime in the Baikal Lake region can be used as criteria for detection of preparation areas of strong earthquakes. For this purpose, the SEQ method for calculating seismic energy anomalies has been applied. Tectonomagnetic anomalies are additional medium-term criteria for finding of these areas and preparation stages. An example of regional seismic quiescence (anomalies of the seismic energy deficit) and subsequent activation in the preparation area of the Maximikha earthquake on May 20, 2008, M 5.3 near the Barguzin Bay of Baikal Lake were given.

Key words: tectonomagnetism, the Earth's crust, magnetoelastic model, geomechanical model, stress state, numerical modeling, the Baikal rift system, geodynamic test ground.