

К.К. Мулухов, З.Н. Беслекоева**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ КОНСТРУКЦИИ
КРУТОНАКЛОННОГО ЛЕНТОЧНО-КОЛЕСНОГО
КОНВЕЙЕРА ДЛЯ КРУПНОКУСКОВЫХ
ГОРНЫХ ГРУЗОВ**

В предложенной ранее конструкции крутонаклонного ленточно-колесного конвейера прижатие сверху слоя транспортируемого груза боковыми участками грузонесущей ленты осуществляется непосредственно прижимными рычагами. При этом прижимные рычаги действуют на ленту в одной или двух точках с учетом неопределенной конфигурации слоя груза. В таких условиях затруднительно сохранение нахлесточного соединения боковых участков ленты, особенно при наличии атмосферных осадков, снижающих коэффициент трения между рычагами и лентой. Раскрытие соединения ленты сверху может привести к выпадению и скатыванию вниз кусков груза, что создает аварийные ситуации, опасные для жизни обслуживающего конвейер персонала. В предлагаемой конструкции конвейера обжатие слоя груза осуществляется лямками, прикрепленными с одной стороны к концам прижимных рычагов, а с другой – к регуляторам натяжения лямок со спиральными пружинами, установленными на ходовых опорах. Принцип действия лямок с регуляторами натяжения аналогичен ремням безопасности в автомобильной технике. Конвейер обладает высокой степенью конструктивной преемственности и позволяет существенно повысить надежность за счет исключения возможности раскрытия нахлесточного соединения краев ленты и связанных с этим аварийных состояний.

Ключевые слова: ленточно-колесный конвейер, глубокий карьер, крутонаклонный конвейер, прижимной рычаг, лямка, регулятор, спиральная пружина, нахлесточное соединение.

Создание крутонаклонных конвейерных подъемников, способных перемещать горные грузы под углами наклона свыше 18° является одной из наиболее актуальных проблем в развитии горно-транспортного машиностроения. Особенно острой эта проблема становится для глубоких карьеров. Крутонаклонные конвейеры, в которых сохраняется принцип перемещения грузонесущей ленты по стационарным роlikоопорам, не позволяют использовать их для крупнокусковых грузов с кусками, размеры которых превышают 300 мм. Необходимость в предварительном дроблении горной массы и большой объем горно-капитальных и строительно-монтажных работ, связанных с размещением и передвижкой дробильных агрегатов

и перегрузочных пунктов в карьере, делает неэффективным внедрение таких конвейеров при разработке скальных и полускальных пород и руд. Ленточно-колесные конвейеры, способные транспортировать горные грузы с размерами кусков до 1200 мм и более, позволяют исключить вторичное дробление грузов в карьере.

Заложенный в основе ленточно-колесного конвейера принцип перемещения грузонесущей ленты на ходовых опорах создает благоприятные предпосылки для разработки крутонаклонных конвейеров, в которых прижимные элементы, удерживающие транспортируемый груз от ссыпания вниз, устанавливаются на ходовых опорах [1], [2].

В предложенном ранее крутонаклонном ленточном конвейере прижа-

тие сверху слоя транспортируемого груза осуществляется свободными от груза боковыми участками самой грузонесущей ленты под воздействием подпружиненных прижимных рычагов, шарнирно закрепленных по краям ходовых опор и соединенных посредством передаточных механизмов с роликами, взаимодействующими на концевых участках с копирами направляющими, [3].

Недостатком такой конструкции является то, что слой транспортируемого груза прижимается сверху боковыми участками ленты в соответствии с внутренней поверхностью прижимных рычагов, что не может совпадать с произвольной формой верхней поверхности слоя груза. Контакт ленты с верхней поверхностью груза в этом случае осуществляется в одной или двух точках.

В таких условиях затруднительно сохранение нахлесточного соединения боковых участков ленты, особенно при наличии атмосферных осадков, снижающих коэффициент трения между рычагами и лентой. Раскрытие соединения ленты сверху может привести к выпадению и скатыванию вниз кусков груза, что создает аварийные ситуации, опасные для жизни обслуживающего конвейера персонала.

В предлагаемой конструкции конвейера обжатие слоя груза осуществляется лямками, прикрепленными с одной стороны к концам прижимных рычагов, а с другой – к регуляторам натяжения лямки со спиральными пружинами, установленными на ходовых опорах. Принцип действия лямки с регуляторами натяжения аналогичен ремням безопасности в автомобильной технике. Конвейер обладает высокой степенью конструктивной приемственности и позволяет существенно повысить надежность за счет исключения возможности раскрытия нахлесточного соединения краев ленты и связанных с этим аварийных состояний.

Данный крутонаклонный ленточный конвейер позволит повысить надежность за счет равномерного распределения прижимного усилия на слой груза при использовании лямки, взаимодействующих с боковыми участками грузонесущей ленты и относительного смещения прижимных рычагов вдоль оси конвейера. Кроме того, можно увеличить допускаемый угол наклона подъемного конвейера.

На рис. 1 показана общая схема конвейера; на рис. 2 – разрез А-А на рис. 1; на рис. 3 – разрез В-В на рис. 1; на рис. 4 – вид С на рис. 1;

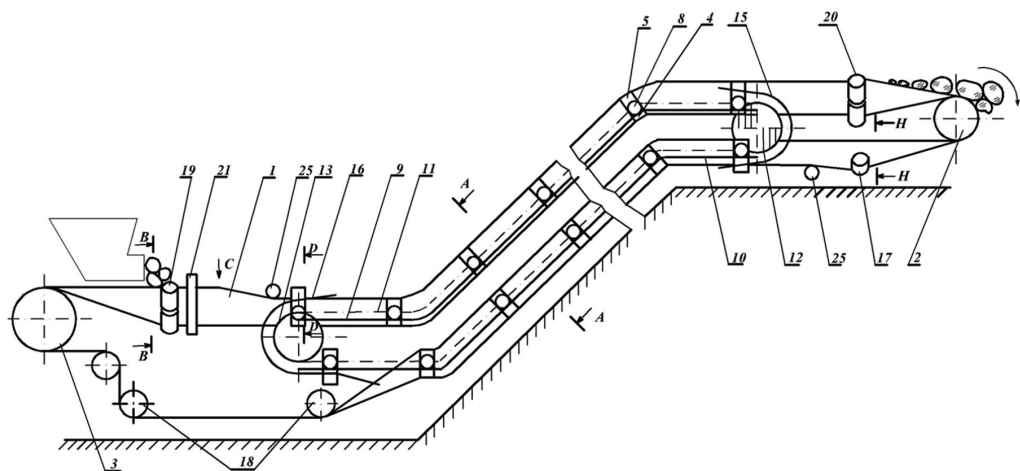


Рис. 1. Крутонаклонный ленточно-колесный конвейер для крупнокузовых грузов

на рис. 5 – разрез D-D на рис. 1; на рис. 6 – вид Е на рис. 2; на рис. 7 – вид F на рис. 6; на рис. 8 – разрез G-G на рис. 7; на рис. 9 – разрез H-H на рис. 1; на рис. 10 – схема действия распорного давления на прижимные рычаги; на рис. 11 – расчетная схема к определению требуемого усилия прижатия.

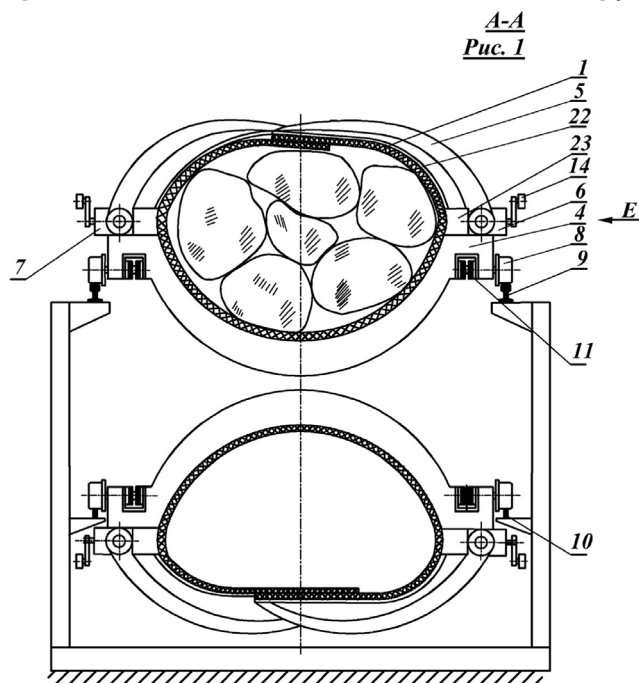


Рис. 2. Разрез A-A на рис. 1

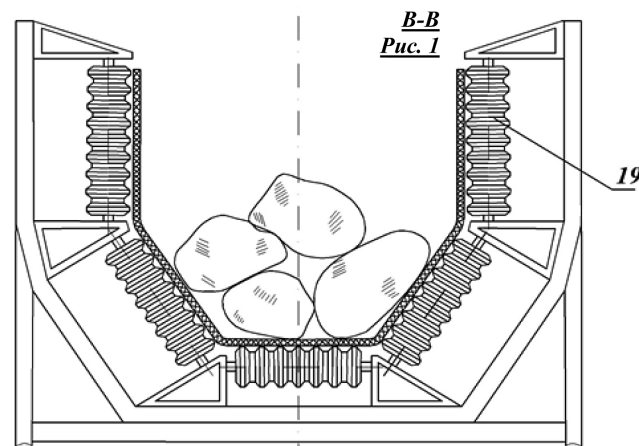


Рис. 3. Разрез B-B на рис. 1

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 поворо-

та 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,

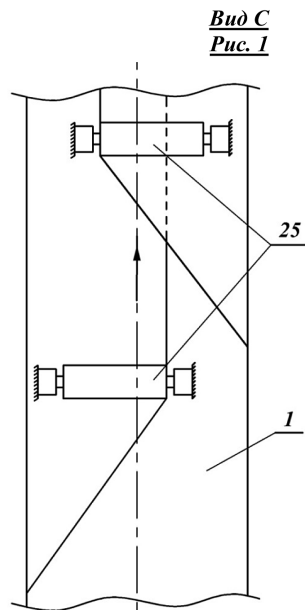


Рис. 4. Вид С на рис. 1

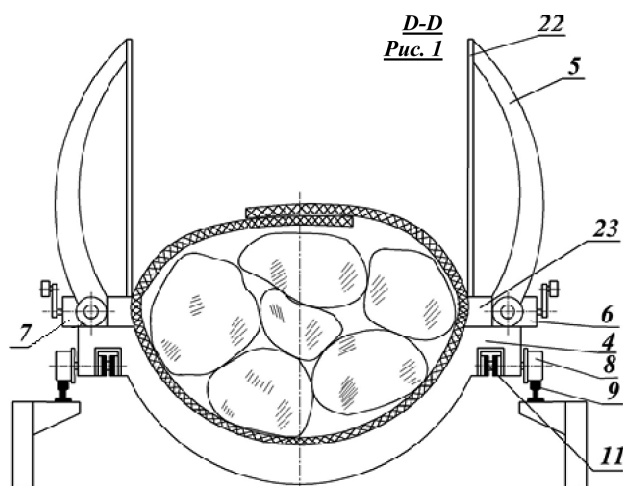


Рис. 5. Разрез D-D на рис. 1

огibaющими верхние приводные звездочки 12 и нижние натяжные 13. На передаточных механизмах 6, 7 смонтированы ролики 14, взаимодействующие на концевых участках с копирами направляющими 15 и 16.

На нижней ветви ленты 1 между головным разгрузочным барабаном 2 и приводными звездочками 12 расположена роликкоопора обратной желобчатости 17 (рис. 1, 9), а между натяжным барабаном 3 и натяжными звездочка-

ми 13 – отклоняющие барабаны 18. В пункте загрузки конвейера размещена амортизирующая роликкоопора 19, а между головным барабаном 2 и приводными звездочками 12 – переходная роликкоопора 20. Между роликкоопорой 19 и натяжными звездочками 12 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 23 (рис. 7, 8). Внутри регулятора установлена спиральная пружина 24, один конец которой прикреплен к лямке 22, а другой – к корпусу регулятора 23. Устройство и принцип действия лямок с регуляторами такие же, как и ремней 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 роликкоопоры 19 и датчика аварийной перегрузки 21 поступает на отклоняющие ролики 25, предварительно формирующие нахлесточное соединение кромок ленты (рис. 4). По мере прохождения роликами 14 копирующих

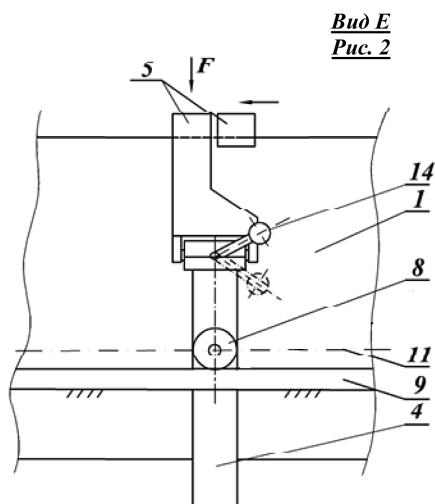


Рис. 6. Вид E на рис. 2

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 роlikоопору 20 поступает на головной барабан 2, осуществляющий разгрузку конвейера. После огибания головного барабана 2 лента 1 последовательно проходит через роlikоопору обратной желобчатости 17 и ролики 24, после чего захватывается сверху лямками 21 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.

Удержание груза от сыпания на ленте рассматриваемого крутонаклонного конвейера требует выполнения следующих трех условий, [4]:

- исключения разведения прижимных рычагов от распорных сил, вызываемых действием слоя груза между опорами;
- исключения проскальзывания слоя груза в сечении под прижимными рычагами;
- высыпание груза в пролете между опорами при отсутствии зоны перекрытия боковых участков конвейерной ленты.

Распорное давление от слоя груза на прижимные рычаги можно ориентировочно определить по формуле УкрНИИпроекта [5], или по формулам, предложенным в работе [6].

Принимая допущение о равномерном распределении распорного дав-

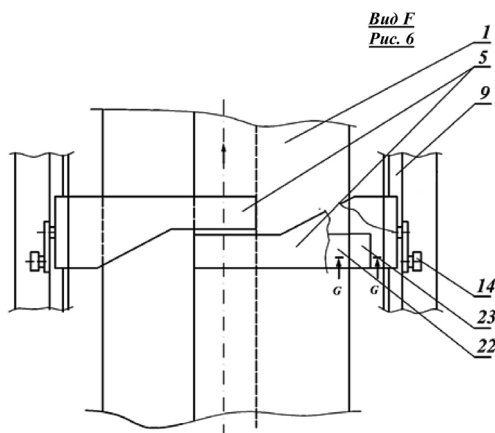


Рис. 7. Вид F на рис. 6

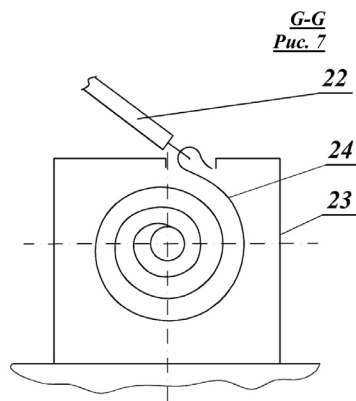


Рис. 8. Разрез G-G на рис. 7

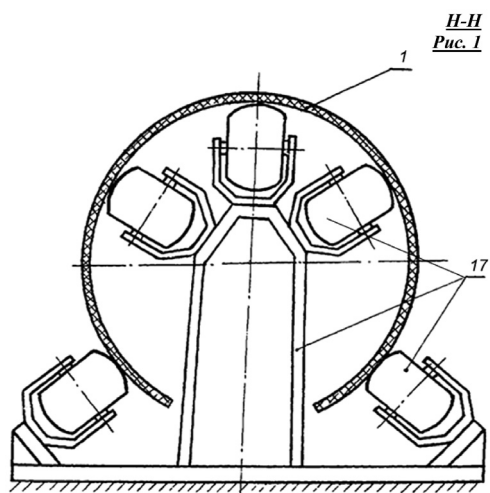


Рис. 9. Разрез H-H на рис. 1

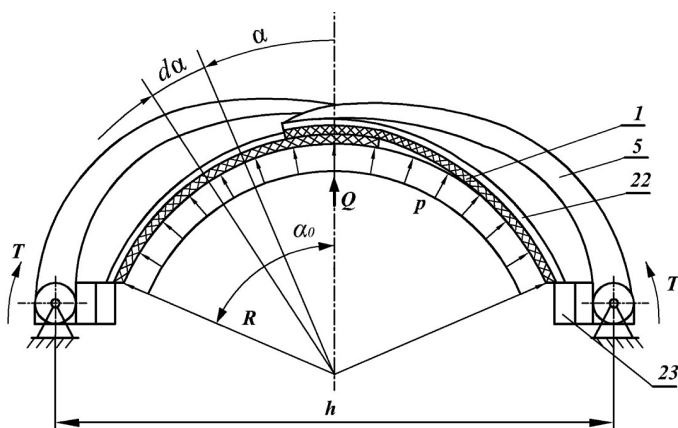


Рис. 10. Схема действия распорного давления на прижимные рычаги

ления от груза на лямки, суммарное вертикальное усилие Q можно определить по формуле

$$Q = \int_0^{\alpha_0} pbR \cos \alpha \, d\alpha = 2Rb \sin \alpha_0, \text{ Н} \quad (1)$$

где p – распорное давление, Н/м²; R – радиус кривизны лямки при обжатии ленты, м; α – угол охвата лямками и лентой слоя груза, рад; b – ширина лямки, м.

Следовательно, расчетное усилие натяжения лямки

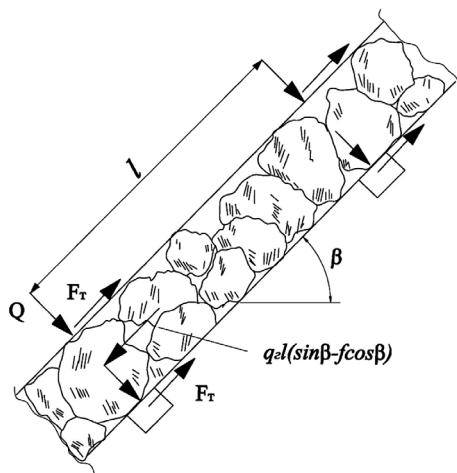


Рис. 11. Расчетная схема к определению требуемого усилия прижатия

$$F_n = \frac{Q}{2}, \text{ Н} \quad (2)$$

Потребный крутящий момент для каждой из пружин в передаточном механизме

$$T = \frac{Qh}{4}, \text{ Н} \quad (3)$$

С другой стороны необходимое усилие прижатия слоя груза в сечении под прижимными рычагами из условия отсутствия сползания груза вниз определяется (рис. 11)

$$2F_n = 2Qf \geq q_l l (\sin \beta - f \cos \beta) \quad (4)$$

где F_n – сила трения между грузом и лентой, Н; Q – суммарное вертикальное усилие прижатия, Н; f – коэффициент трения между грузом и лентой; q_l – погонная нагрузка на ленту от груза, Н/м; l – расстояние между ходовыми опорами, м; β – угол наклона конвейера.

Крутящий момент в данном случае определяется по формуле

$$T = \frac{Qh}{4} = \frac{q_l l (\sin \beta - f \cos \beta) h}{8f} \quad (5)$$

Из двух значений крутящих моментов, полученных по формулам (3) и (5) расчетным будет наибольший. При расчете и проектировании пружины кручения, действующей на прижимной рычаг, расчетный крутящий момент следует принимать с коэффициентом запаса с учетом возможной перегрузки конвейера, а также поперечной жесткости конвейерной ленты.

Разработка рассмотренной конструкции крутонаклонного конвейера позволит существенно повысить надежность конструкции и увеличить допустимый угол наклона конвейера.

1. Мулухов К.К. Ленточно-колесные конвейеры. – Владикавказ: Терек, 2000.

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

3. Крутонаклонный ленточный конвейер Патент на изобретение РФ № 2455216 от 10.07.2012 г.

4. Мулухов К.К., Беслекоева З.Н. Конструкция и расчет крутонаклонного ленточ-

но-колесного конвейера для крупнокусковых грузов и глубоких карьеров // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – № 5. – С. 253–258.

5. Шахмейстер Л.Г., Солод Г.И. Подземные конвейерные установки. – М.: Недра, 1976. – С. 174.

6. Галкин В.И. и др. Современная теория ленточных конвейеров горных предприятий. – М.: МГГУ, 2005. – С. 342–246. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

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

UDC 621.867.2.003.13

INCREASE OF THE RELIABILITY OF THE DESIGN OF STEEPLY ANGLE ELEVATING BELT-WHEELED CONVEYOR FOR HANDLING BULK LUMPY MINING LOADS

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

In the previous construction of the steeply inclined belt-car conveyor clamping of the layer of load by side belt sections was performed directly by the pressing levers. In that case the contact between levers and belt occurs in one or two points because of indeterminate surface of the load layer. It's difficult to keep the overlapping connection of the belt side sections especially under atmospheric precipitations, when the coefficient of friction between levers and belt is decreasing.

In the suggested construction clamping of the load layer is performed by straps connected to the ends of levers and regulators with spiral springs attached to the moving supports. The principle of action of the straps with regulators is similar to the automobile safety belts. The conveyor has the high level of construction continuity and sufficiently increase the reliability due to the exclusion of accidents caused by falling out of lumps of load.

Key words: belt-wheeled conveyor, deep quarry, steeply inclined conveyor, pressing lever strap, regulator, spiral spring, overlapping connection.

REFERENCES

1. Mulukhov K.K. *Lentochno-kolesnye konveyery* (Wheel-mounted belt conveyors), Vladikavkaz, Terek, 2000.

2. Mulukhov K.K., Beslekoeva Z.N. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2009, no 3, pp. 249–257.

3. *Patent RU 2455216*, 10.07.2012.

4. Mulukhov K.K., Beslekoeva Z.N. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2012, no 5, pp. 253–258.

5. Shakhmeyster L.G., Solod G.I. *Podzemnye konveyernye ustanovki* (Underground conveying plants), Moscow, Nedra, 1976, pp. 174.

6. Galkin V.I. *Sovremennaya teoriya lentochnykh konveyerov gornykh predpriyatiy* (Modern theory of mine belt conveyors), Moscow, MGGU, 2005, pp. 342–246.