УДК 622.61:622.625.24:622.647.2 © С.А. Кариман, 2019

Создание высокопроизводительного пластинчатого конвейера с изолированной транспортировкой в шахте газоносного угля

Себестоимость изготовления конвейера

DOI: http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-55-59

КАРИМАН Станислав Александрович
Доктор техн. наук, профессор,
115583, г. Москва, Россия,
тел.: +7 (495) 399-12-83

В статье приводятся сведения о конструкции разработанного автором проекта высокопроизводительного пластинчатого конвейера, предназначенного для изолированной транспортировки в шахте высокогазоносного угля, производятся расчеты себестоимости изготовления конвейера.
Ключевые слова: *пластинчатый конвейер, конструкция, изолированная транспортировка угля, безопасность по газовому фактору, технические показатели, себестоимость изготовления.*

ВВЕДЕНИЕ

Изобретение [1] пластинчатого конвейера, имеющего пластины с высокими бортами как у шахтных вагонеток и не допускающего при транспортировке высокогазоносного угля в шахте попадания метана в атмосферу транспортной выработки, позволяет иметь на добычном участке высокопроизводительное транспортное средство, обеспечивающее безопасность по газовому фактору.

Ленточные конвейеры, используемые в настоящее время на угольных шахтах, конструктивно не приспособлены для перевозки высокогазоносного угля [2]. Высота насыпки угля на конвейерной ленте невелика при большой ширине ленты. Поэтому до 90% метана, содержащегося в угле, выделяется в атмосферу штрека. Это приводит к быстрому загазированию транспортной выработки [3]. На участковом конвейерном штреке находятся трансформаторная электроподстанция, кабели высокого напряжения, электропоезд лавы, электроприводы конвейера, поэтому согласно ПБ концентрация метана в атмосфере конвейерного штрека не должна превышать 0,5%.

Известно, что раньше, когда уголь из лавы транспортировался в вагонетках, на участковых откаточных штреках метан появлялся в незначительных объемах [3]. Журналы учета газовыделений на участковых откаточных штреках фиксировали его содержание на уровне сотых долей процента. Анализ показывал, что при перевозке угля в вагонетках, в связи с высоким уровнем засыпки угля в них, метан из нижележащих слоев не может пробиться вверх через вышележащие слои угля. Поэтому метан попадает в атмосферу штрека только из самого верхнего обнаженного угольного слоя. Именно поэтому в атмосфере откаточных выработок даже рядом с лавой всегда было очень мало метана.

Обеспечение безопасности по газовому фактору на добычных участках при вывозе отбитого угля может быть достигнуто, если расположение угля в транспортных сосудах конвейера, перевозящего уголь, будет таким же, как в шахтных вагонетках с максимально высоким уровнем засыпки. Газовыделение из перевозимого угля в атмосферу выработки всегда происходит только из обнаженной поверхности угля. Поэтому увеличение приемной способности и производительности конвейера должно идти не за счет увеличения ширины полотна конвейера, а за счет увеличения высоты бортов. При этом борта транспортных сосудов должны перемещаться вместе с углем, так как при неподвижных высоких бортах резко возрастает сопротивление движению из-за увеличения трения движущегося угля о неподвижные борта конвейера.

Такое положение может быть реализовано в виде конструкции специального пластинчатого конвейера, в котором желоб по форме напоминает последовательную линию шахтных вагонеток. У такого пластинчатого конвейера пластины будут иметь высокие борта, что обеспечивает конвейеру большую приемную способность и производительность.

Известны [4] пластинчатые конвейеры П65, П65М, П80, ПУ50, предназначенные для транспортировки угля и породы по горным выработкам. Их производительность не превышает 750 т/ч, а высота бортов 150 мм. Известны зарубежные стальные пластинчатые конвейеры фирмы «Фреденхейген», Великобритания [5] двух типов: с непрерывным стальным лотком, имеющим только основание и два борта, и стальной пластинчатый конвейер с отдельными ковшами, образующими непрерывную ленту. Они предназначены для транспортировки горячих или абразивных сыпучих материалов, имеют небольшую приемную способность и высоту засыпки. У всех рассмотренных типов пластинчатых конвейеров есть один общий недостаток: весьма малая производительность и приемная способность, мощность приводов 20-45 кВт, не позволяющая их

рассматривать даже как потенциально пригодное транспортное средство в шахте.

КОНСТРУКЦИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ИЗОЛИРУЮЩЕГО ПЛАСТИНЧАТОГО КОНВЕЙЕРА

Конструктивно штрековый пластинчатый конвейер состоит из линейных и переходных секций, концевых и промежуточной приводных головок, пластинчатой и тяговой круговых линий. На *рис. 1* представлен поперечный разрез линейной секции конвейера по линии толкателей.

Конвейер по вертикали делится на верхнюю и нижнюю неподвижные части, отделенные друг от друга поперечной полосой *12*. В верхней части происходит движение грузонесущих пластин *4* с транспортируемым ими углем. В нижней части происходит перемещение пластин в обратном направлении. В обоих направлениях пластины перемещаются на катках *1*. В верхней половине катки *1* катятся по продольной полосе *13*, в нижней половине катки катятся по продольным направляющим швеллерам *15*.

На *рис. 2* представлен фронтальный вид пластинчатого конвейера.

Сверху пластины накрыты неподвижной сплошной кровлей, опирающейся на вертикальные стойки. Перевозка угля производится в пластинах *4*, имеющих высокие борта 0,7 м. Благодаря этому создается высокий уровень засыпки при его перевозке. Грузонесущие пластины своими проушинами *5* и *6* опираются на грузовые оси *2*, те полученный вес передают на катки *1*. При обратном движении в холостой ветви порожние пластины находятся в перевернутом положении днищами вверх, будучи подвешенными на своих грузовых осях. Катки при этом катятся по швеллерным направляющим *15*, которые опираются на боковые опорные стойки *16*. В свою очередь боковые опорные стойки *16* устанавливаются на поперечно укладываемые лежаки *17*.

Конвейер по горизонтали делится на три части: левую, среднюю и правую. Каждая из этих частей состоит из верхней и нижней половин. Левая и правая части одинаковы и симметричны друг к другу относительно средней части. Левая и правая части верхней половины имеют каждая по два катка *1*. Каждая пара катков *1* установлена на общей грузовой оси *2*. На обе оси *2* опирается двумя проушинами идущая впереди грузонесущая пластина *4*. На грузовую ось *2* также опирается своими проушинами *6* идущая сзади грузонесущая пластина. Кроме того, в верхних левой и правой частях имеются еще по две проушины *3*, на которые установлена полоса, прикрывающая сверху проем между двумя соседними пластинами.

В нижней половине левой и правой частей конвейера также находятся по два катка *1*, один из которых (крайний с обеих сторон) катится в обратном направлении (по отношению к движению угля) по продольным швеллерным направляющим *15*. Оба катка *1* в нижней половине секции также связаны общими осями *2*. На осях *2* проушинами *5* и *6* левой и правой частей секции закреплено положение порожних пластин в перевернутом положении. В таком положении разгруженные от угля пластины на катках перемещаются по всему транспортному маршруту конвейера.

В средней части *(см. рис. 1)* происходит перемещение тяговых цепей *14* и толкателей *11*. В верхней половине перемещение толкателей и цепей производится на роликах *9*, которые катятся по поверхности продольной поло-

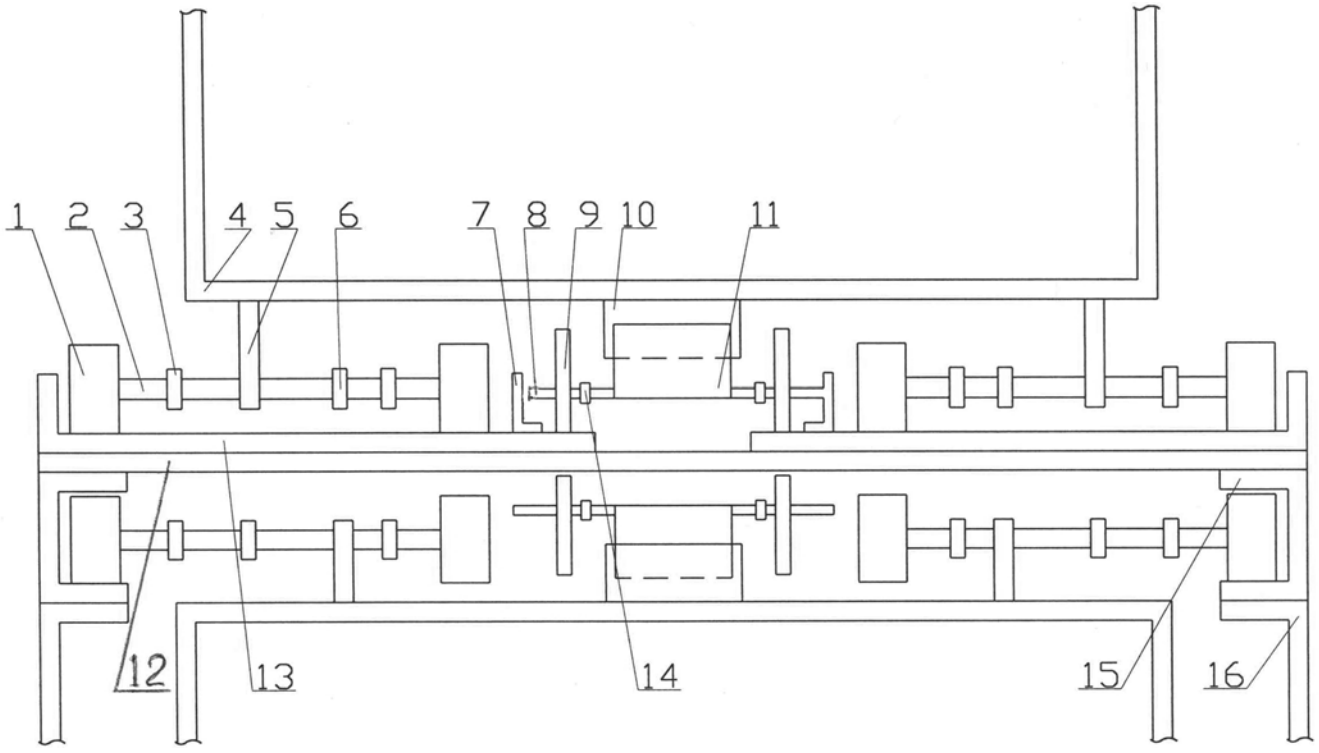


Рис. 1. Линейная секция конвейера, поперечный разрез по линии лопаток: 1 – катки; 2 – грузовая ось; 3 – проушина полосы; 4 – пластина; 5 – задняя проушина пластины; 6 – передняя проушина пластины; 7 – уголковые направляющие; 8 – ось толкателя; 9 – ролики; 10 – лопатка пластины; 11 – толкатель; 12 -поперечная полоса; 13 – продольная полоса; 14 – тяговая цепь; 15 – продольные швеллеры; 16 – боковые опорные стойки

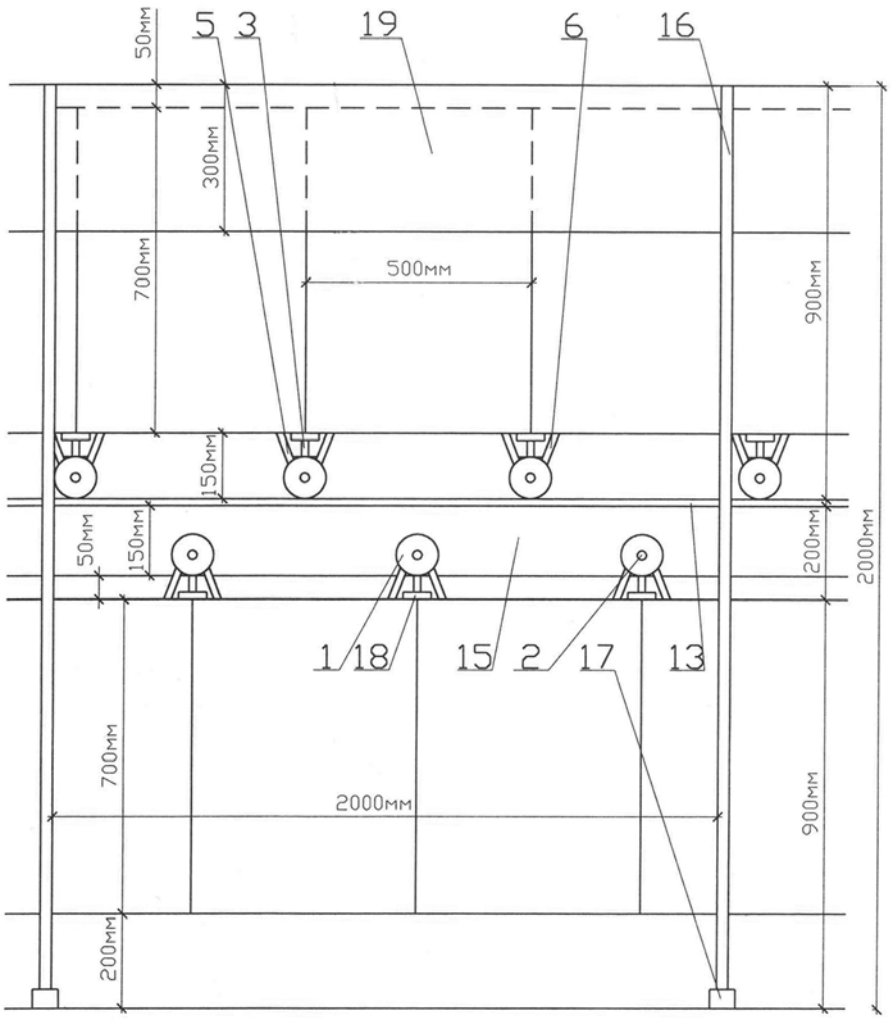


Рис. 2. Пластинчатый конвейер, фронтальный вид: 1 – катки; 2 – грузовая ось; 3 – проушина полосы; 5 – задняя проушина пластины; 6 – передняя проушина пластины; 13 – продольная полоса; 15 – продольные швеллеры; 16 – боковые опорные стойки; 17 – поперечный лежак; 18 – полоса; 19 – верхний полуборт

Техническая характеристика штрекового пластинчатого конвейера

Максимальная производительность, т/ч	4000
Приемная способность, м³/мин	66
Скорость движения грузонесущих пластин, м/с	1,4
Суммарная мощность электроприводов, кВт	4×110
Расстояние транспортировки максимальное, м (с четырьмя электроприводами)	1200
Размеры несущего полотна – пластин, мм:	
– ширина	1130
– длина по направлению движения	500
Шаг установки грузовых катков, мм	500
Размеры линейных секций, мм:	
– длина	2000
– ширина	1330
– высота от почвы до рабочей поверхности пластины	1100
– общая высота конвейера на участке линейных секций	2000
Металлоемкость конвейера на 1 км длины (без электроприводов), т	368,7

сы *13*. При этом концы осей *8* толкателей перемещаются по уголковым направляющим *7*. В нижней половине средней части уголковые направляющие отсутствуют, так как в нижней половине толкатели *11* при перемещении лежат неподвижно на пластинах нижней порожняковой ветви.

На каждую линейную секцию приходятся два продольных уголка, которые соединяют между собой две рядом стоящие вертикальные стойки по обеим сторонам конвейера.

Непопадание в атмосферу конвейерных выработок метана, в небольших объемах из верхнего слоя угля, находящегося в грузонесущих пластинах, обеспечивается над каждой секцией *(см. рис. 2)* кровли и бортов в верхней части каждой секции. Поскольку метан значительно легче воздуха, то выделившееся небольшое количество метана из верхнего слоя угля, находящегося в пластинах, скапливается под кровлей каждой секции, но из-за наличия бортов у каждой секции в ее верхней части не может проникнуть в атмосферу горной выработки.

На каждой линейной секции плоскость кровли секции *(см. рис. 2)* может поворачиваться на 180° вокруг своего шарнирного соединения с продольным уголком с одной стороны линейной секции. Это необходимо для того, чтобы можно было произвести загрузку углем конвейера на погрузочном пункте лавы. Сверху от кровли по обе стороны линейной секции опускаются металлические полуборта с размерами: по длине секции – 2 м, по высоте секции – 0,3 м. Толщина металла – 1 мм. Каждый полуборт имеет шарнирное соединение с кровлей секции и независимо от соседних секций может поворачиваться на 180°вокруг своего шарнирного соединения.

ОЦЕНКА СЕБЕСТОИМОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШТРЕКОВОГО ПЛАСТИНЧАТОГО КОНВЕЙЕРА

Оценка себестоимости приводится в статье с целью убедить потенциальных изготовителей в дешевизне изготовления участкового штрекового пластинчатого конвейера с высокими эксплуатационными качествами. Общие расходы на изготовление штрекового пластинчатого конвейера можно рассматривать как сумму четырех составных частей: закупка готовых изделий; закупка металлопроката; расходы на изготовление простых металлоизделий; расходы на изготовление металлоизделий с более сложной технологией изготовления.

Расходы на закупку готовых изделий

Закупка четырех электроприводов мощностью 110 кВт с редукторами и муфтами: 1,7 млн руб. × 4 = 6,8 млн руб.;

закупка 40 тыс. подшипников с номером 6308 с внешним диаметром 80 мм и внутренним 20 мм для установки в 16 тыс. катков (по два в каждый) и в 8 тыс. роликов, расходы: 180 руб./шт. × 40000 = 7,2 млн руб.; закупка 4000 м круглозвенных цепей типоразмера 14 мм и шага 50 мм для круговой тяговой линии конвейера, расходы: 280 руб./м × × 4000 м = 1,12 млн руб. Всего расходы на закупку готовых изделий составляют: 6,8 млн руб. + 7,2 млн руб. + 1,12 млн руб. = 15,12 млн руб.

Расходы на закупку металлопроката

Закупка 227,5 т листовой стали толщиной от 1 до 10 мм по 44,3 тыс. руб./т: 44,3 тыс. руб./т × 227,5 т = 10 млн руб.; закупка 2000 м швеллера № 5 для линейных и переходных секций, концевых и промежуточной головок и пластинчатой круговой линии: 241,9 руб./м × 2000 м = 483,8 тыс. руб.; закупка 1100 м квадратной профильной трубы для опорных боковых стоек: 676 руб./м × 1100 м = 750 тыс. руб.; закупка 35,9 т уголка составляет – 1,36 млн руб. Всего расходы на закупку металлопроката составляют: 10 млн руб. + + 0,48 млн руб. + 0,75 млн руб. + 1,36 млн руб. = 12,59 млн руб. Общая металлоемкость закупаемого металлопроката составляет: 227,5 т + 15,6 т + 13,7 т + 35,9 т = 292,7 т. Средняя цена закупаемого металлопроката равна 12,59 млн руб. : 292,7 т = 43 тыс. руб./т.

Расходы на изготовление простых металлоизделий конвейера

Под простыми металлоизделиями конвейера понимаются такие изделия, которые изготавливаются из закупаемого типового металлопроката из низких сортов сталей путем его механизированной резки и сварки. Общая металлоемкость простых изделий по всему конвейеру длиной в 1 км составляет: 98,5 т + 4,12 т + 203 т + 20 т = = 323,7 т. Составляющие этой металлоемкости относятся: 98,5 т – к линейным секциям; 4,12 т – к головкам и переходным секциям; 203 т – к круговой пластинчатой линии; 20 т – к тяговой круговой линии. При укрупненных экспертных оценках стоимость изготовления металлоизделий принято приравнивать к стоимости используемого металла. Поэтому расходы на изготовление всего объема простых металлоизделий экспертно можно определить как произведение металлоемкости простых изделий – 323,7 т и средней цены закупаемого металлопроката – 43 тыс. руб./т. Получаем: 43 тыс. руб./т × × 323,7 т = 13,9 млн руб.

Расходы на изготовление металлоизделий повышенной сложности

Общая металлоемкость изделий повышенной сложности в целом – 13,64 т. В целом расходы на изготовление изделий повышенной сложности равны: 0,95 млн руб. + + 1,16 млн руб. + 2,48 млн руб. = 4,59 млн руб., где 0,95 млн руб. – расходы на изготовление заготовок для последующего изготовления изделий повышенной сложности: 70 тыс. руб./т × 13,6 т = 0,95 млн руб. (70 тыс. руб./т – цена 1 т металла для заготовок); 1,16 млн руб. – общая стоимость кузнечно-прессовых операций по изготовлению проушин для полос и пластин, изготовления звездочек, зубчатых колес и рабочих валов (86 тыс. руб./т × 13,6 т = = 1,16 млн руб.); 2,48 млн руб. – это расходы на третий этап производства, также связанный с кузнечно-прессовыми и сварочными операциями.

Итого расходы на изготовление пластинчатого конвейера на длину 1 км: закупка готовых изделий – 15,12 млн руб.; закупка металлопроката – 12,59 млн руб.; изготовление простых изделий – 13,9 млн руб.; изготовление изделий повышенной сложности – 4,59 млн руб. Всего расходов – 46,2 млн руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создаваемый пластинчатый конвейер обеспечивает:

производительность 4000 т/ч, что позволяет добычному участку увеличить суточную добычу одной лавой до 70 тыс. т/сут.;

непоступление газовыделений в атмосферу конвейерного штрека из отбитого угля, транспортируемого пластинчатым конвейером от лавы до уклона, благодаря этому:

– обеспечивается безопасность по газовому фактору на конвейерном штреке добычного участка;

– для проветривания лавы поступает свежая (без метана) воздушная струя, в связи с этим значительно облегчаются условия ее проветривания;

- значительно возрастает приемная способность штрекового конвейера до 66 м^3/мин = 1,1 м^3/с; при такой приемной способности штрекового конвейера отпадает необходимость иметь в лаве дробилку, так, создаваемый пластинчатый конвейер способен принимать угольные глыбы объемом до 1,1 м^3/с; этим снимается существенное ограничение производительности очистного комплекса в лаве, а также уменьшаются затраты на приобретение оборудования для оснащения лавы;
- все изделия пластинчатого конвейера изготавливаются из металла и не способны к воспламенению, что является большим преимуществом в сравнении с ленточными конвейерами;
- скорость движения пластин конвейера – 1,4 м/с и не представляет угрозы для травмирования рабочих;
- себестоимость изготовления пластинчатого конвейера на длину 1 км оценивается в 46,2 млн руб., что ориентировочно в десять раз меньше по сравнению со стоимостью ленточных конвейеров такой же производительности.

Список литературы

1. Кариман С.А. Пластинчатый конвейер: пат 2649116 RU C2. Заявитель и патентообладатель Кариман С.А. № 2016120294; заявл. 25.05.2016, опубл. 29.03.2018. Бюл. № 10.

2. Кариман С.А., Брайцев А.В., Шрамко В.М. Моделирование и оптимизация производственных процессов при добыче угля. М.: Наука, 1975. 135 с.

3. Кариман С.А., Шрамко В.М. Надежность производственных процессов при подземной добыче угля. М.: Наука, 1975. 159 с.

4. Рудничный транспорт и механизация вспомогательных работ / Под общ. ред. Б.Ф. Братченко. М.: Недра, 1978. 423 с.

5. Кларк Р.А. Применение стальных пластинчатых конвейеров. ЦНИИТЭ. Строймаш.

6. Кариман С.А. О создании шахты с высокими технико-экономическими показателями // Уголь. 2015. № 7. С. 18-23. URL: http://www.ugolinfo.ru/Free/072015.pdf (дата обращения 15.03.2019).

UDC 622.61:622.625.24:622.647.2 © S.A. Kariman, 2019
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2019, № 4, pp. 55-59

Title
CREATION OF A HIGH-PERFORMANCE PLATE CONVEYOR WITH ISOLATED TRANSPORTATION OF GAS-BEARING COAL IN THE MINE. PRODUCTION COST OF THE CONVEYOR

DOI: http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-4-55-59

Author
Kariman S.A.[1]
[1] Moscow, 115583, Russian Federation

Authors' Information
Kariman S.A., Doctor of Engineering Sciences, Professor,
tel.: +7 (495) 399-12-83

Abstract

The paper provides information about the design of a high-performance plate conveyor designed by the author for the isolated transportation of high-gas-bearing coal in the mine, and the cost of manufacturing the conveyor is calculated.

Keywords

Plate conveyor, Construction, Isolated coal transportation, Gas safety, Technical indicators, Production cost.

References

1. Kariman S.A. *Plastinchatyj konvejer* [Plate conveyor]. Patent 2649116 RU C2. Applicant and patent holder Kariman S.A. No. 2016120294; appl. 25.05.2016, publ. 29.03.2018. Bull. No. 10.
2. Kariman S.A., Braitsev A.V. & Shramko V.M. *Modelirovanie I optimizatsiya proizvodstvennykh protsessov pri dobyche uglya* [Modeling and optimization of coal production processes]. Moscow, Nauka Publ., 1975, 135 p.
3. Kariman S.A. & Shramko V.M. *Nadezhnost proizvodstvennykh protsessov pri dobyche uglya* [Safety of coal production processes]. Moscow, Nauka Publ., 1975, 159 p.
4. Bratchenko B.F. (Ed.) *Rudnichnyj transport i mekhanizaciya vspomogatel'nyh rabot* [Mining transport and mechanization of auxiliary works]. Moscow, Nedra Publ., 1978, 423 p.
5. Clark R.A. *Primenenie stal'nyh plastinchatyh konvejerov* [The use of steel plate conveyors]. TSNIITE. Stroymash.
6. Kariman S.A. O sozdanii shahty s vysokimi tekhniko-ehkonomicheskimi pokazatelyami [On formation of a mine with high performance indicators]. *Ugol' – Russian Coal Journal*, 2015, No. 7, pp. 18-23. Available at: http://www.ugolinfo.ru/Free/072015.pdf (accessed 15.03.2019).

