

Обоснование рациональной структуры забойного зарубного скребкового конвейера

Габов В. В.¹, Шишлянников Д. И.^{2*}, Королев А. И.¹, Микрюков А. Ю.²,
Муравский А. К.²

¹ Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

² Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь, Россия

*e-mail: dish844@gmail.com

Реферат

Введение. Статья посвящена рассмотрению вопросов повышения эффективности механизированной подземной добычи угля посредством обоснования рациональной структуры забойных скребковых конвейеров (ЗСК). Показано, что создание ЗСК, адаптивных к изменяющимся по мере отработки выемочных столбов горно-геологическим и технологическим условиям, способствует устойчивому функционированию очистных механизированных комплексов для добычи угля в номинальных режимах.

Методология исследования. Указывается, что для удобства разработки и анализа структуры ЗСК целесообразно использование структурных формул, отображающих функциональные элементы и их связи в конструкции конвейера. Описан принцип построения и приведены примеры структурных формул известных ЗСК. Перечислены факторы, влияющие на структуру ЗСК. Отмечено, что перспективные конструкции адаптивных ЗСК должны разрабатываться с учетом возможности выполнения большего количества как основных, так и вспомогательных функций. Введено понятие забойного зарубного скребкового конвейера (ЗЗСК).

Результаты. Обоснована структурная формула ЗЗСК, адаптивного к сложным горно-геологическим условиям функционирования. Приведены и описаны принципиальная схема и порядок работы предложенного авторами ЗЗСК. Описанные технические решения обеспечивают увеличение эффективности процессов добычи и транспортирования угля и повышение устойчивости работы очистного механизированного комплекса при эксплуатации в сложных горно-геологических условиях.

Выводы. Систематизация и анализ ЗСК по структурному составу и конструкции функциональных элементов позволяет искать неясные пути совершенствования этих транспортирующих машин, повышения их адаптивности и эффективности использования в изменяющихся горно-геологических и технологических условиях функционирования. Использование описанного в статье адаптивного ЗЗСК обеспечивает эффективное выполнение профилирования почвы выработки, интенсифицирование процессов отжима в призабойной зоне обрабатываемого угольного пласта и разбicie грузопотоков при селективной выемке угля и горной породы или переходе геологических нарушений.

Ключевые слова: забойный зарубной скребковый конвейер; структурная формула; расширение функциональных возможностей; адаптивность; очистной механизированный комплекс; добыча угля.

Введение. Работа предприятий угольной отрасли характеризуется устойчивой тенденцией увеличения интенсивности добычи угля в комплексно-механизированных очистных забоях. Повышение нагрузки на очистные забои приводит к увеличению размеров участков, нарезаемых к выемке, и следовательно к увеличению

диапазона изменчивости горно-геологических условий по мере их отработки, что, в свою очередь, определяет ухудшение условий функционирования выемочного и транспортирующего оборудования.

Обеспечение производительной добычи угля в комплексно-механизированных очистных забоях с высоким коэффициентом использования оборудования по времени может быть достигнуто разработкой и внедрением адаптивных очистных механизированных комплексов (ОМК), следовательно адаптивного к этим переменным условиям забойного скребкового конвейера, который является остовом механизированного комплекса, обеспечивающим направленное перемещение добычной машины, секций механизированной крепи, зачистку почвы в забое и транспортирование добытой угольной массы. Обоснование рациональной структуры забойных скребковых конвейеров (ЗСК), направленное на расширение их функциональных возможностей и на повышение их адаптивности к изменяющимся по мере отработки выемочных столбов горно-геологическим и технологическим условиям, будет способствовать устойчивому функционированию очистных механизированных комплексов в номинальных режимах работы, что является актуальной научной задачей.

Таблица 1. Символы сочетания структурных элементов скребковых конвейеров
Table 1. Symbols of compatibility off scraper conveyors structural elements

Кинематическая связь (сочленения) функциональных элементов.....	+
Конструктивная связь (совмещение) функциональных элементов.....	×
Разделение рабочей и порожней ветвей	
Верхнее перекрытие рештачного става	–
Непосредственная связь привода с другими функциональными элементами	[]

Методология исследования. Для удобства разработки и анализа структуры ЗСК, как и других горных машин, целесообразно использование структурных формул, отображающих функциональные элементы и их связи в конструкции конвейера. Необходимо учитывать, что кинематические и динамические свойства машин непрерывного транспорта зависят главным образом от физических явлений, происходящих во время работы по перемещению груза, а эти явления, в свою очередь, определяются условиями работы транспортирующей машины [1].

В состав ЗСК входят следующие функциональные элементы, определяющие их структуру:

- рештачный став (Р) – грузовмещающая емкость, по которой (и относительно которой) транспортируется груз;
- скребки (С), которыми транспортируется груз;
- тяговая цепь (Ц) – силовой элемент, при помощи которого преодолеваются сопротивления транспортированию груза;
- направляющие (Н), служащие для поддержания траектории скребков и тяговой цепи при изгибании рештачного става конвейера;
- привод (П), обеспечивающий преодоление сопротивлений транспортированию груза;
- зачистной элемент (З), обеспечивающий удаление штыба и зачистку почвы выработки для подвигания конвейера к груди забоя; к данным функциональным элементам относятся, например, зачистные лемехи и режущие-транспортирующие цепи скребковых конвейеров.

Из приведенных буквенных обозначений – символов функциональных элементов – можно составить структурную формулу любого ЗСК. При этом необходимо установить обозначение соответствующих видов связей, указывающих на способы сочетания функциональных элементов (табл. 1).

Пользуясь приведенными обозначениями, общую структурную формулу скребкового конвейера без привода при горизонтальном расположении рабочей и порожней ветвей можно записать выражением:

$$3 + P \times H + Ц + С | P \times H + Ц + С.$$

Структурная формула скребкового конвейера без привода с вертикальным расположением рабочей и порожней ветвей определяется выражением:

$$3 + \frac{P \times H + Ц + С}{P \times H + Ц + С}.$$

Эти формулы являются базовыми структурными формулами скребковых конвейеров, так как они содержат все (кроме привода) явно выраженные функциональные элементы [2].

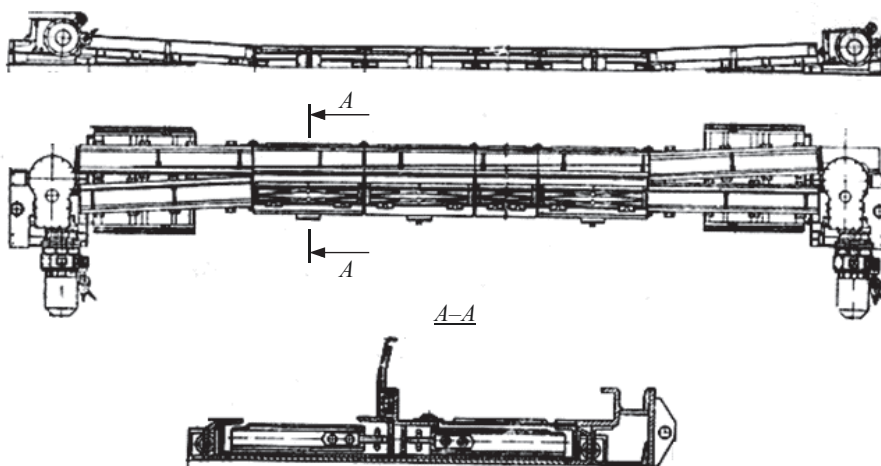


Рисунок 1. Скребковый конвейер КСП-3
Figure 1. Scraper conveyor KSP-3

Для придания определенности структурным формулам символы функциональных элементов снабжают индексами. Так, например, структура одноцепного забойного скребкового конвейера КСП-3 (рис. 1) с тяговой цепью, замкнутой в горизонтальной плоскости, консольным расположением скребков, двумя концевыми приводами и закрытой конструкцией решетчатого става на порожней ветви определяется формулой:

$$P \times H + [Ц + П_k] + C_{kc} | \overline{P \times H + [Ц + П_k] + C_{kc}},$$

где $П_k$ – концевой привод; C_{kc} – консольный скребок.

Систематизация и анализ скребковых конвейеров по структурному составу и конструкции функциональных элементов позволяет искать неявные пути совершенствования этих транспортирующих машин, повышения их адаптивности и эффективности использования в сложных горно-геологических условиях [3, 4]. Одним из перспективных направлений совершенствования ЗСК является придание дополнительных функций составляющим их элементам [5, 6].

На выбор рациональной структуры и типа конвейера влияют следующие факторы:

- характеристика транспортируемого груза;
- требуемая производительность;
- длина и конфигурация трассы транспортирования груза;
- способы загрузки и разгрузки горной массы;
- характеристика производственных процессов, выполняемых с перемещением грузов-изделий;
- горно-геологические условия – мощность пласта, гипсометрия, плотность пород, отжим [7, 8].

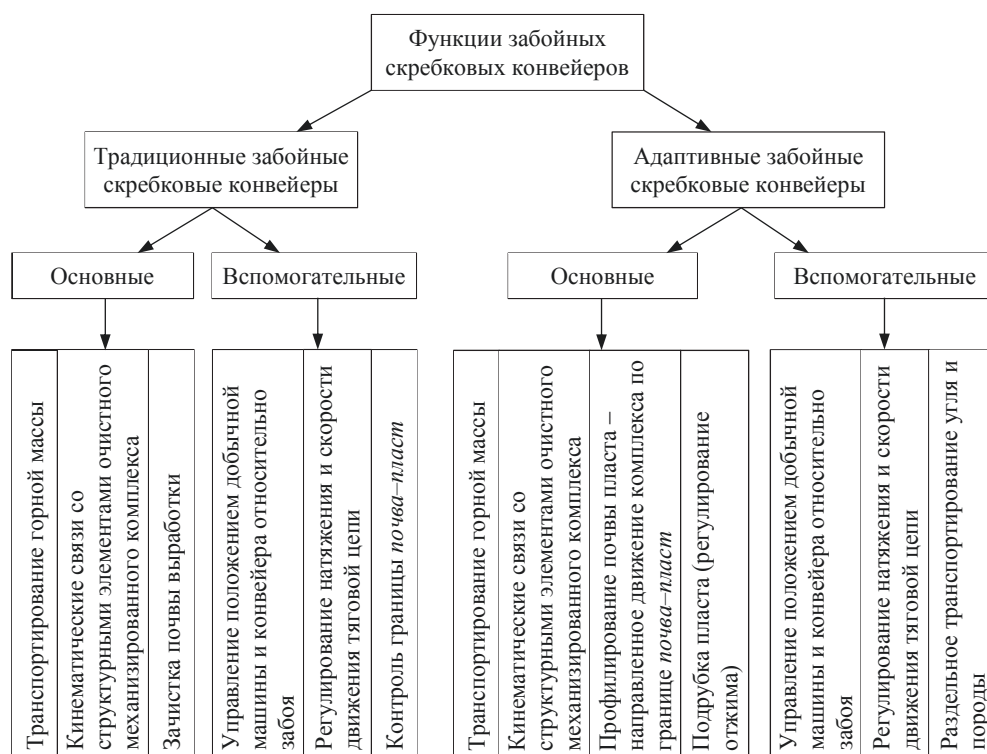


Рисунок 2. Функциональные особенности традиционных и адаптивных ЗСК
 Figure 2. Features of traditional adaptive face scraper conveyors

Современные ЗСК используются не только для выполнения своих основных функций – доставки угля и горной массы из лавы и обеспечения кинематической связи со структурными элементами ОМК. Структура и конструкция типовых (традиционных) ЗСК должны обеспечивать возможность эффективной реализации ряда вспомогательных функций (рис. 2), таких как управление положением выемочной машины, регулирование скорости и натяжения тяговой цепи, обеспечение раздельного транспортирования пустой породы и угля при селективной выемке [8, 9].

Перспективные конструкции адаптивных ЗСК должны разрабатываться с учетом возможности выполнения большего количества как основных, так и вспомогательных функций. Указанное способствует повышению эффективности использования ОМК при работе в сложных горно-геологических условиях [10, 11].

ЗСК, обеспечивающий выполнение профилирования почвы, а также подрубки пласта с целью интенсификации процесса отжима угля при добыче ОМК, назовем

забойным зарубным скребковым конвейером (ЗЗСК) и будем использовать это наименование далее.

Результаты исследования. На основе обобщения данных, изложенных ранее, предложена общая структурная формула (без привода) забойного зарубного скребкового конвейера, адаптивного к сложным горно-геологическим условиям функционирования, определяемая выражением:

$$\left\{ \begin{array}{l} 3 \times C + Ц + Ц + P \times H \mid \text{ГД} \mid \overline{P \times H + Ц + Ц + C \times 3}; \\ \overline{3 \times C + Ц + Ц + P \times H \mid \text{ГД} \mid P \times H + Ц + Ц + C \times 3}, \end{array} \right. \quad (1)$$

где ГД – гидродомкрат, обеспечивающий изменение положения решеток забойной стороны конвейера относительно решеток, расположенных с завальной стороны.

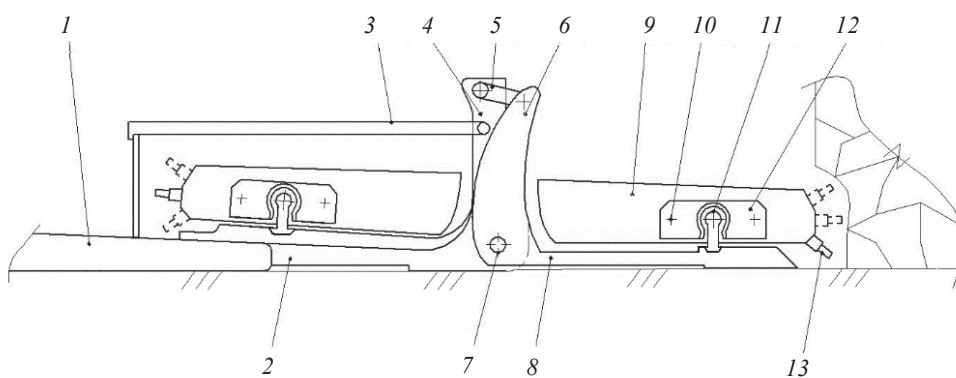


Рисунок 3. Схема забойного зарубного скребкового конвейера, адаптивного к изменяющимся горно-геологическим и технологическим условиям функционирования [10]

Figure 3. A scheme of a face scraper-type cutting conveyor adaptive to the changing mining and geological and technological operating conditions [10]

Функциональное совмещение зачистных элементов и скребков обеспечивается посредством установки на скребки со стороны забоя резцов. Таким образом, при подаче конвейера на забой перемещающиеся вместе со скребками резцы осуществляют профилирование почвы выработки и формирование зарубной щели, интенсифицируя таким образом процессы отжима в призабойной зоне угольного пласта. Указанное положительно сказывается на устойчивости работы ОМК в сложных горно-геологических условиях и определяет снижение удельных затрат энергии на разрушение угля в зоне интенсивного отжима [12].

Устойчивое положение скребков с установленными резцами обеспечивается использованием двухцепного тягового органа и линейных направляющих скольжения, выполненных в виде опорной балки.

Наличие в структуре предлагаемого ЗЗСК гидродомкратов, расположенных между решетками забойной и завальной стороны, в сочетании с возможностью зарубки конвейера обуславливает управление перемещением конвейера в вертикальной плоскости.

Разобщение решетчатых секций забойной и завальной стороны ЗЗСК обеспечивает возможность раздельного транспортирования угля и пустой породы при селективной разработке пластов или при переходе геологических нарушений, что позволяет предотвратить снижение качества и повышение зольности добываемого угля [13, 14].

Конструкция ЗЗСК, соответствующая структурной формуле (1), представлена на рис. 3.

ЗЗСК включает завальные рештачные секции 2, опирающиеся на основания секции крепи 1, и опорный лист 3, который крепится к опорной стойке 4 завальной рештачной секции 2. Опорный рычаг 6 забойной рештачной секции 8 крепится шарнирно к основанию опорной стойки 4 завальной рештачной секции 2. Посредством опорной цапфы 7 и гидродомкрата 5 осуществляется регулирование положения забойной рештачной секции 8 по почве пласта. Перемещение скребков 9, оснащенных резами 13, осуществляется по опорной направляющей 11 посредством тяговых цепей, прикрепленных к скользящим кареткам 12. На каждом скребке 9 устанавливается по одному резацу 13.

Предлагаемый ЗЗСК работает следующим образом. Скребки 9 с установленными резами 13 и тяговой цепью 10 выполняют функции транспортирования горной массы, зачистки, выравнивания почвы пласта и подрубки забоя. Регулирование забойных рештачных секций 8 по почве пласта осуществляется посредством гидродомкратов 5, которые поворачивают рештачные секции 8 относительно завальных секций 2, что обуславливает заглубливание резацов 13 в почву пласта. Если резацы 13 углубятся больше, чем это требуется, то при подаче давления в штоковую полость гидродомкрата 5 рештачную секцию 8 можно приподнять или вернуть в исходное положение.

Транспортирование грузов в тележке и перемещение людей могут осуществляться по опорным листам 3, размещенным над завальными рештачными секциями 2. При переходе зон геологических нарушений и разрушении вмещающих пород листы 3 помещают над забойными рештачными секциями 8. При этом разрушенная порода сгружается на завальные секции 2, не смешивается с углем и транспортируется в противоположный конец лавы. Аналогично осуществляется разобшение грузопотоков при селективной разработке угольных пластов.

Уравновешивание скребков 9 забойной части конвейера обеспечивается размещением тяговых цепей 10 с двух сторон от линейной направляющей 11. В конструкции предлагаемого ЗЗСК используются линейные направляющие 11, кинематически связанные со скользящими каретками 12 скребков 9.

Для повышения устойчивости секции механизированной крепи и завальных рештачных секций 2 ЗЗСК нижнее опорное основание 1 секции крепи может подходить больше или меньше под корпус завальных рештачных секций става ЗЗСК.

Предложенные технические решения обеспечивают увеличение эффективности процессов добычи и транспортирования угля и повышение устойчивости работы ОМК при эксплуатации в сложных горно-геологических условиях [15, 16]. На разработанную конструкцию ЗЗСК получен патент [10].

Выводы. Систематизация и анализ забойных скребковых конвейеров по структурному составу и конструкции функциональных элементов позволяет искать новые пути совершенствования таких транспортирующих машин, повышения их адаптивности и эффективности использования в изменяющихся горно-геологических и технологических условиях функционирования.

Конструкции адаптивных забойных скребковых конвейеров необходимо разрабатывать с учетом возможности выполнения как можно большего количества основных и вспомогательных функций. Перспективным направлением совершенствования забойных скребковых конвейеров является придание дополнительных функций составляющим их элементам.

Использование описанного в статье адаптивного зарубежного забойного скребкового конвейера обеспечивает эффективное выполнение профилирования почвы выработки, интенсифицирование процессов отжима в призабойной зоне отработываемого угольного пласта и разобшение грузопотоков при селективной выемке угля и горной породы или переходе геологических нарушений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Худин Ю. Л., Глазов Д. Д., Мамонтов С. В. Комплексно-механизированная выемка нарушенных угольных пластов. М.: Недра, 1985. 198 с.
2. Шахмейстер Л. Г., Солод Г. И. Подземные конвейерные установки. М.: Недра, 1976. 432 с.
3. Вэньжэ Я. Повышение надежности и долговечности тяговых цепей забойных скребковых конвейеров // Лесной вестник. 2003. № 5. С. 135–137.
4. Доброногова В. Ю. Обоснование параметров и режимов работы гидравлических натяжных устройств забойных скребковых конвейеров нового технического уровня: дис. ... канд. техн. наук. Алчевск, 2017. 174 с.
5. Королев А. И. Актуальность применения зарубежного конвейера в составе очистного механизированного комплекса // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: сб. тр. Междунар. конф. по проблемам горной промышленности, строительства и энергетики. Тула: ТулГУ, 2017. С. 316–321.
6. Королев А. И. Повышение адаптивности очистного механизированного комплекса к изменяющимся горно-геологическим условиям модернизацией его забойного конвейера // ГИАБ. 2017. № 9. С. 214–219.
7. Ivanov S. L., Khudyakova I. N., Vagarova E. A., Ivanova P. V. Modeling of the process of mechanical dehydration of raw peat materials in the working tools of mining machines // Journal of Physics: Conference Series. International Conference on Innovations, Physical Studies and Digitalization in Mining Engineering, IPDME 2020. 2021. Vol. 1753. P. 012048. URL: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1753/1/012048>
8. Mikhaylov A. V., Rodionov E. A., Zvonarev I. E. Analysis of conditions for vertical cutting of peat // Mining Informational and Analytical Bulletin. 2019. Vol. 1. P. 48–54. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-01-0-48-54
9. Ковальчук С. Н. Анализ факторов, сокращающих срок службы редукторов скребковых конвейеров // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2012. № 6(94). С. 62–64.
10. Забойный скребковый зарубежной конвейер: пат. RU 2574090C1 Рос. Федерация. № 2014149673/03; заявл. 09.12.2014; опубл. 10.02.2016. Бюл. № 10. 8 с.
11. Babyr N. V., Korolev A. I., Neupokoeva T. V. Enhancement of powered cleaning equipment with the view of mining and geological conditions // IOP: Earth and Environmental Science 194 (EES). 2018. Vol. 194. P. 032004. URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/194/3/032004>
12. Karpikov A. V., Aliev R. I., Babyr N. V. An analysis of the effectiveness of hydraulic fracturing at YS1 of the Northern field // IOP Conference Series: Materials Science And Engineering. International Conference on Extraction, Transport, Storage and Processing of Hydrocarbons and Materials, ETSaP 2020. 2020. Vol. 952. P. 012036. URL: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/952/1/012036>
13. Sudarikov A. E., Muratbakeev E. Kh., Zvonarev I. E. Modeling of mine workings intersections in KOMPAS 3D program // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Vol. 1333. Iss. 8. Art. 082012. URL: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1333/8/082012>
14. Глазов Д. Д., Верин В. С., Петруша М. В., Киселев И. Н., Рябов Н. И. Вожделение механизированных комплексов в сложных горно-геологических условиях. Кемерово: Кемеровское книжное издательство, 1973. 124 с.
15. Королев А. И. Обоснование структуры и параметров забойного зарубежного конвейера очистного механизированного комплекса адаптивного к изменяющейся гипсометрии пласта: дис. ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2022. 148 с.
16. Жегесова Г. С., Бейсембаев К. М., Мендикенов К. К., Телиман И. В., Акижанова Ж. Т. Моделирование работы скребкового конвейера в зоне поворота // Известия вузов. Горный журнал. 2019. № 6. С. 108–117. DOI: 10.21440/0536-1028-2019-6-108-117

Поступила в редакцию 20 июля 2022 года

Сведения об авторах:

Габов Виктор Васильевич – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры машиностроения Санкт-Петербургского горного университета. E-mail: gvv40@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6587-2446>

Шишляников Дмитрий Игоревич – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры горной электромеханики Пермского национального исследовательского политехнического университета. E-mail: dish844@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-7395-6869>

Королев Александр Игоревич – аспирант кафедры машиностроения Санкт-Петербургского горного университета. E-mail: fet.vlkman@gmail.com

Микроков Алексей Юрьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры горной электромеханики Пермского национального исследовательского политехнического университета. E-mail: alexey_mic@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0366-880X>

Муравский Александр Константинович – кандидат технических наук, доцент кафедры горной электромеханики Пермского национального исследовательского политехнического университета. E-mail: mak2000mak@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9196-7417>

Rationale for the efficient design of a face scraper-type cutting conveyor

Viktor V. Gabov¹, Dmitrii I. Shishliannikov², Aleksandr I. Korolev¹, Aleksei Iu. Mikriukov², Aleksandr K. Muravskii²

¹ St. Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russia.

² Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia.

Abstract

Introduction. The article considers mechanized underground coal mining efficiency improvement by providing rationale for the efficient design of face scraper conveyors (FSC). It is shown that the creation of FSC adaptive to mining, geological and technological conditions that change as the extraction columns are developed, contributes to the stable operation of mechanized mining complexes for coal mining under continuous operation.

Methods of research. As a matter of convenient FSC development and structure analysis, it is advisable to use structural formulae that display functional elements and their relationships in the conveyor design. The construction principle is described and examples of structural formulas are given for the existing FSCs. The factors affecting the FSC structure are specified. Advanced designs of adaptive FSCs should be developed taking into account the possibility of fulfilling more main and auxiliary functions. The concept of a face scraper-type cutting conveyor (FSCC) has been introduced.

Results. The structural formula of the FSCC adaptive to complex mining and geological operating conditions is substantiated. The schematic diagram and operation procedure for the FSCC proposed by the authors are described. The described technical solutions provide increased efficiency of coal mining and transportation processes and increased operating stability of the fully-mechanized longwall when operating in complex mining and geological conditions.

Conclusions. FSCC systematization and analysis in terms of the functional elements structure and design makes it possible to look for implicit ways to improve these transporting machines, increase their adaptability and efficiency in changing mining, geological and technological operating conditions. The adaptive FSCC described in the article ensures effective profiling of ground in the mine working, intensification of the life-in of coal in the bottom-hole zone of the mined coal seam and separation of cargo flows during the selective extraction of coal and rock or advancing through the geological faults.

Keywords: face scraper-type cutting conveyor; structural formula; increasing functionality; adaptability; fully-mechanized longwall; coal mining.

REFERENCES

1. Khudin Iu. L., Glazov D. D., Mamontov S. V. *Fully-mechanized mining of faulted coal seams*. Moscow: Nedra Publishing; 1985. (In Russ.)
2. Shakhmeister L. G., Solod G. I. *Underground conveyor solutions*. Moscow: Nedra Publishing; 1976. (In Russ.)
3. Venchzhe Ia. Improving the reliability and useful life of scraper conveyor pulling chains. *Lesnoi vestnik = Forestry Bulletin*. 2003; 5: 135–137. (In Russ.)
4. Dobronogova V. Iu. *Rationale for the parameters and modes of hydraulic tensioning devices of face chain conveyers of an advanced engineering performance level: PhD in Eng. diss.* Alchevsk; 2017. (In Russ.)
5. Korolev A. I. The relevance of the cutting-and-loading conveyor within the fully-mechanized longwall. In: *Socio-economic and environmental problems of mining industry, construction, and power industry: Proceedings of the Int. Conf. on the problems of mining industry, construction, and power industry*. Tula: TulSU Publishing; 2017. p. 316–321. (In Russ.)
6. Korolev A. I. Improvement of shearing assembly adaptability to varying ground conditions by means of modernization of scraper transporter. *Gornyi informatsionno-analiticheskii bulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal) = Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*. 2017; 9: 214–219. (In Russ.)
7. Ivanov S. L., Khudyakova I. N., Vagapova E. A., Ivanova P. V. Modeling of the process of mechanical dehydration of raw peat materials in the working tools of mining machines. *Journal of Physics: Conference Series. International Conference on Innovations, Physical Studies and Digitalization in Mining Engineering, IPDME 2020*. 2021. Vol. 1753. P. 012048. Available from: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1753/1/012048>
8. Mikhailov A. V., Rodionov E. A., Zvonarev I. E. Analysis of conditions for vertical cutting of peat. *Mining Informational and Analytical Bulletin*. 2019; 1: 48–54. Available from: doi: 10.25018/0236-1493-2019-01-0-48-54

9. Kovalchuk S. N. Analyzing the factors reducing the useful life of scraper conveyor reduction gears. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2012; 6(94): 62–64. (In Russ.)
10. Gabov V. V., Korolev A. I., Zadkov D. A. *Face scraper-type cutting conveyor*. Patent RF 2574090C1; 2016. (In Russ.)
11. Babyr N. V., Korolev A. I., Neupokoeva T. V. Enhancement of powered cleaning equipment with the view of mining and geological conditions. In: *IOP: Earth and Environmental Science 194 (EES)*. 2018. Vol. 194; P. 032004. Available from: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/194/3/032004>
12. Karpikov A. V., Aliev R. I., Babyr N. V. An analysis of the effectiveness of hydraulic fracturing at YS1 of the Northern field. In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, International Conference on Extraction, Transport, Storage and Processing of Hydrocarbons and Materials, ETSaP 2020*. 2020: 952; 012036. Available from: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/952/1/012036>
13. Sudarikov A. E., Muratbakeev E. Kh., Zvonarev I. E. Modeling of mine workings intersections in KOMPAS 3D program. *Journal of Physics: Conference Series*. 2019: 1333(8); 082012. Available from: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1333/8/082012>
14. Glazov D. D., Verin V. S., Petrusha M. V., Kiselev I. N., Riabov N. I. *Piloting mechanized complexes in complex mining and geological conditions*. Kemerovo: Kemerovskoe knizhnoe izdatelstvo Publishing; 1973. (In Russ.)
15. Korolev A. I. *Rationale for the structure and parameters of armoured face conveyer within the fully mechanized longwall adaptive to the changing hypsometry of a seam: PhD in Eng. diss.* St. Petersburg; 2022. (In Russ.)
16. Zhetesova G. S., Beisembaev K. M., Mendikenov K. K., Teliman I. V., Akizhanova Zh. T. Modeling scraper conveyor operation in the turn zone. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal = News of the Higher Institutions. Mining Journal*. 2019; 6: 108–117. (In Russ.) Available from: [doi: 10.21440/0536-1028-2019-6-108-117](https://doi.org/10.21440/0536-1028-2019-6-108-117)

Received 20 July 2022

Information about the authors:

Viktor V. Gabov – DSc (Engineering), Professor, professor of the Department of Mechanical Engineering, St. Petersburg Mining University. E-mail: gvv40@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6587-2446>

Dmitrii I. Shishliannikov – DSc (Engineering), Associate Professor, professor of the Mining Electromechanics Department, Perm National Research Polytechnic University. E-mail: dish844@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-7395-6869>

Aleksandr I. Korolev – PhD student, Department of Mechanical Engineering, St. Petersburg Mining University. E-mail: fet.vlkman@gmail.com

Aleksei Iu. Mikriukov – PhD (Engineering), associate professor of the Mining Electromechanics Department, Perm National Research Polytechnic University. E-mail: alexey_mic@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0366-880X>

Aleksandr K. Muravskii – PhD (Engineering), associate professor of the Mining Electromechanics Department, Perm National Research Polytechnic University. E-mail: mak2000mak@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9196-7417>

Для цитирования: Габов В. В., Шишляников Д. И., Королев А. И., Микрюков А. Ю., Муравский А. К. Обоснование рациональной структуры забойного зарубного скребкового конвейера // Известия вузов. Горный журнал. 2023. № 1. С. 46–54. DOI: 10.21440/0536-1028-2023-1-46-54

For citation: Gabov V. V., Shishliannikov D. I., Korolev A. I., Mikriukov A. Iu., Muravskii A. K. Rationale for the efficient design of a face scraper-type cutting conveyor. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal = Minerals and Mining Engineering*. 2023; 1: 46–54 (In Russ.). DOI: 10.21440/0536-1028-2023-1-46-54