УДК 620.169.1:622.682

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА СТЫКОВКИ РЕЗИНОТРОСОВЫХ КОНВЕЙЕРНЫХ ЛЕНТ

Л. Н. АТАКУЛОВ, доцент, канд. техн. наук, info@ndki.uz

С. К. КАХАРОВ, доцент, канд.техн. наук

Ш. Б. ХАЙДАРОВ, старший преподаватель

Навоийский государственный горный институт, Навои, Узбекистан

Расчетным и экспериментальным путем доказано преимущество предложенного метода стыковки конвейерных лент.

Ключевые слова: *резинотросовые конвейерные ленты, стыковочные места, методы стыковки, предел прочности, свивка тросов, срок службы ленты.*

DOI: *10.17580/gzh.2018.09.16*

Введение

Характерным проявлением научно-технического прогресса на горных предприятиях стал переход на использование оборудования непрерывного действия [1]. На карьерах это выразилось в расширении области применения конвейерного транспорта в составе однородных или комбинированных технологических схем [2–4]. На совершенствование конструкции конвейеров и повышение надежности их работы направлены усилия заводов-изготовителей, проектных и научно-исследовательских организаций. Особое внимание при этом уделяется главному элементу конвейеров – ленте, особенно резинотросовой [5–17].

У ленточных конвейеров повышенной производительности, работающих на горнодобывающих предприятиях, часто случаются внеплановые остановки, связанные с аварийным разрушением ленты. В процессе эксплуатации на поверхности ленты возникают повреждения в виде порывов, трещин, приводящие ее в негодность.

Паспортная долговечность конвейерных лент, рассчитанная при проектировании и изготовлении, указывается производителем. Для определения реального срока службы ленты, эксплуатируемой в тяжелых специфических условиях горнодобывающих предприятий, необходимы специальные исследования, так как на эксплуатационную долговечность резинотросовых лент влияет огромное число факторов [4]. К ним относятся, в частности: длина конвейера и скорость движения ленты, определяющие истирание ленты транспортируемым грузом; материал основы ленты; толщина и свойства резины и обкладок, которые должны соответствовать характеру транспортируемого груза; условия монтажных работ (тщательность монтажа става, правильность соединения концов ленты, устройство и оборудование погрузочных и перегрузочных пунктов и др.); условия эксплуатации (влияние климатических факторов, своевременность осмотра и ремонта ленты, правильность подбора футеровки приводных барабанов и др.).

Практика показала, что наименее надежными частями замкнутого контура конвейерной ленты являются стыковочные места, качество которых в основном зависит от способа соединения элементов ленты. В данной статье предлагается новый и более эффективный по сравнению с применяемым ныне способ такого соединения.

Сущность и экспериментальное обоснование предлагаемого способа стыковки резинотросовых конвейерных лент

При стыковке элементов резинотросовой ленты свивка тросов может осуществляться по следующим схемам (**рис. 1**): в одну, две, три и четыре ступени. С увеличением числа ступеней в стыке его жесткость уменьшается, при этом длина стыка и трудоемкость его изготовления возрастают [3].

Показатели надежности мест стыка можно улучшить, если при укладке тросов их сплести между собой по разработанной авторами статьи схеме.

Предложенный метод стыковки резинотросовых лент состоит из следующих операций: отделение троса от резины; раскрутка тросов на пряди; сплетение тросов по разработанной схеме (**рис. 2**); удаление избыточных элементов троса; вулканизация ленты.

Перед имеющимися аналогами стыковки резинотросовых лент предлагаемый вариант имеет существенное преимущество – места стыковки тросов по диаметру идентичны с заводскими параметрами, что позволяет избежать образований на ленте бугорков и выемок, способствует равномерному набеганию ленты на барабаны, не вызывая при этом вибрации и предварительного износа ленты. Применение данного метода в разы увеличивает прочность стыковочных мест и позволяет отказаться от дополнительных, затратных операций, связанных с обвязкой тросов вязальной проволокой.

Для определения прочностных показателей стыковки проведены эксперименты на разрыв тросов диаметром 11,2 мм, соединенных различными способами, в том числе и предлагаемым. Исследования проводили с помощью разрывной машины Р-50

© Атакулов Л. Н., Кахаров С. К., Хайдаров Ш. Б., 2018

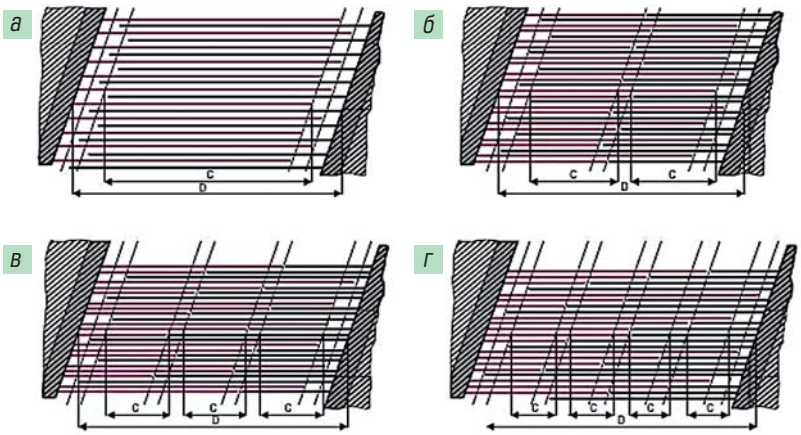


Рис. 1. Схемы соединения резинотросовых лент:
а – одноступенчатое;
б – двухступенчатое;
в – трехступенчатое;
г – четырехступенчатое

со следующими техническими возможностями: натяжение – до 50 т, длина натяга – до 10 м.

Результаты испытаний на разрыв образцов троса с разработанным вариантом свивки и цельным тросом показали, что при сплетении тросов по предлагаемой схеме достигается эффект, при котором разрывное усилие стыка составляет 70 % предела прочности на разрыв цельного заводского троса (49 и 70 тыс. Н соответственно).

Следующим шагом испытаний стало тестирование на разрыв образцов резинотросовой ленты 2000St-5400, состыкованной по существующему и предлагаемому методам. Ширина образцов ленты составляла 500 мм, число тросов диаметром 11,2 мм в ленте – 27 ед.

В местах стыковки ленты по существующему методу тросы направлены навстречу друг другу и не сплетаются между собой (**рис. 3**). В предлагаемом варианте, встречные троссы переплетены в единый.

Для удобства проведения экспериментов на разрыв ленты и получения достоверных значений были разработаны «держатели» ленты (**рис. 4**).

В ходе проделанного эксперимента на прочность ленты с образцом стыковки ее по существующему методу при усилии в 24 т, на ленте образовались трещины, при увеличении нагрузки до 27 т произошел полный разрыв образца (по длине).

При аналогичных испытаниях стыка по разработанному методу с достижением максимально возможной нагрузки машины Р-50 в 50 т, трещин и других дефектов на ленте обнаружено не было. Получить же более точные прочностные показатели предлагаемого метода стыковки ленты не удалось в связи с отсутствием более мощного оборудования.

При сравнении рассмотренных методов стыковки ленты можно сделать вывод, что предел прочности на разрыв ленты с предлагаемым методом стыковки как минимум в 2–2,2 раза выше такового же показателя у образца ленты, застыкованной по существующему методу. В связи с этим предполагается, что разработанный авторами метод сцепки тросов не только уменьшит риск обрыва ленты в местах стыковки, но и сэкономит время и денеж-

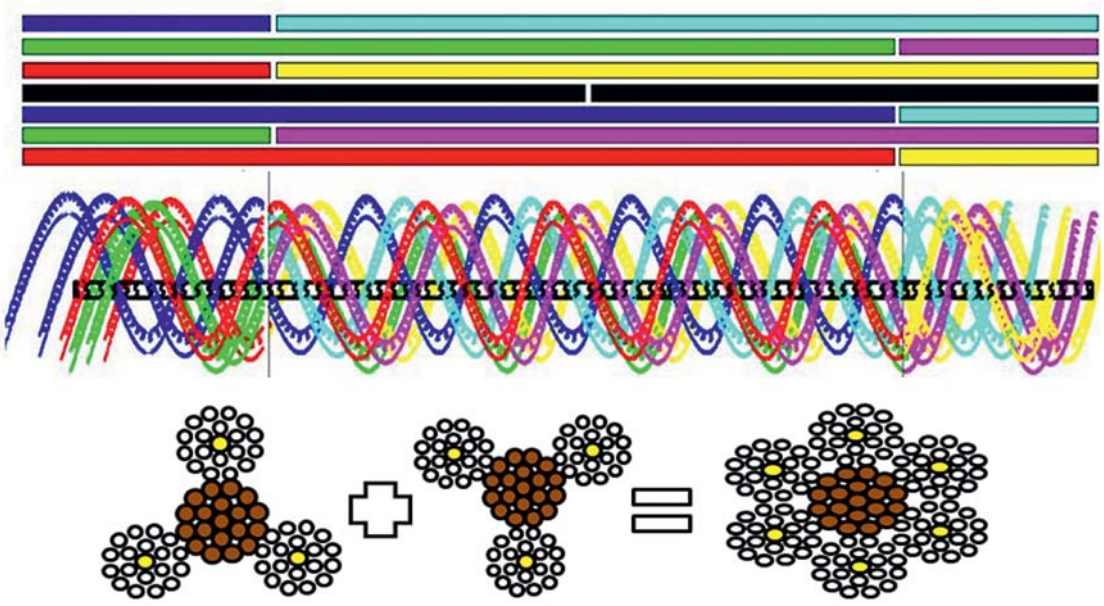


Рис. 2. Предлагаемая схема свивки тросов

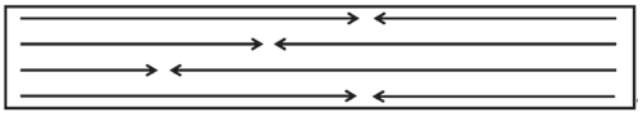
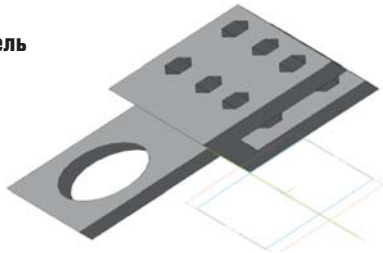


Рис. 3. Схема расположения тросов в местах стыковки ленты существующего метода

Рис. 4. Держатель ленты



ные средства предприятия за счет сокращения аварийных простоев конвейерной линии.

Немаловажным является и вопрос срока службы стыковочных мест конвейерной ленты. По расчетам институтов «Гипроникель» и «УкрНИИпроект», срок службы цельнокроенной (без стыков) резинотросовой ленты при транспортировании рядовой горной массы составляет в среднем 5–6 лет [18, 4]. Если учесть, как установлено экспериментально, что разрывное усилие у ленты с тросовым соединением по предложенному методу достигает 70 % такового у цельного троса, то лента с таким стыком прослужит 3,5– 4 года. При таком же подходе по отношению к обычно применяемому методу стыковки (разрывное усилие вдвое ниже) этот срок снижается примерно до 2 лет.

Заключение

Таким образом, с использованием разработанного метода улучшаются прочностные характеристики стыков, снижается риск обрыва ленты в стыковочных местах, уменьшаются простои высокопроизводительной конвейерной установки. В свою очередь, это положительно сказывается на экономии времени и денежных средств при ремонте, приобретении новой ленты и клеящих материалов, а также от реализации дополнительно доставленного полезного ископаемого.

Библиографический список

1. *Трубецкой К. Н.* Наука и горная промышленность // Горный журнал. 2015. № 7. С. 19–23. DOI: 10.17580/gzh.2015.07.03
2. *Ильин С. А., Коваленко В. С., Пастихин Д. В.* Повышение экономической эффективности открытых горных работ // Горный журнал. 2012. № 6. С. 56–65.
3. *Галкин В. И., Шешко Е. Е.* Ленточные конвейеры на современном этапе развития горной техники // Горный журнал. 2017. № 9. С. 85–90. DOI: 10.17580/gzh.2017.09.15
4. *Дмитриев В. Г., Вержанский А. П.* Основы теории ленточных конвейеров. – М. : Горная книга, 2017. – 592 с.
5. *Демина Г. А.* Международная научно-практическая конференция «Современные тенденции развития технологий производства конвейерных лент в России // Горная промышленность. 2012. № 6. С. 80.
6. *Давыдов С. Я.* Новые решения по использованию лент общепромышленного назначения для перемещения насыпных материалов // Известия Уральского государственного горного университета. 2013. № 4(32). С. 59–71.
7. *Коенова Ю. И., Масягин А. В.* Зарубежные исследования характеристик конвейерных лент с использованием наноматериалов // Подъемно-транспортное дело. 2014. № 3-4(77). С. 29–33.
8. *Ипатов И., Новожилов О., Рябыкин В., Леус Д., Шпякин А.* Дефектоскопия резинотросовых конвейерных лент при экспертизе промышленной безопасности // Технадзор. 2016. № 2. С. 112–113.
9. *Акашев З. Т., Акашев А. З., Балабаев О. Т., Косбармаков С. Ж.* Разработка способа выравнивания максимальных деформаций в поперечных сечениях конвейерных лент // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. № 5-2. С. 197–200.
10. *Küsel B.* New energy-saving conveyor belts being standardized // Coal & Minerals Asia. 2012. Vol. 25. P. 102–103.
11. *Munzenberger P., Wheeler C.* Laboratory measurement of the indentation rolling resistance of conveyor belts // Measurement. 2016. Vol. 94. P. 909–918.
12. *Braun T., Hennig A., Lottermoser B. G.* The need for sustainable technology diffusion in mining: Achieving the use of belt conveyor systems in the German hard-rock quarrying industry // Journal of Sustainable Mining. 2017. Vol. 16. Iss. 1. P. 24–30.
13. Phoenocord. Steel Cord Conveyor Belt / Phoenix Conveyor Belt Systems GmbH, 2018. URL: http://www.phoenix-conveyorbelts.com/pages/products/steel-cord/phoenocord-history/phoenocord-history_en.html (дата обращения: 19.04.2018).
14. Polyflex. Textile Conveyor Belt / Phoenix Conveyor Belt Systems GmbH, 2018. URL: http://www.phoenix-conveyorbelts.com/pages/products/textile/polyflex/polyflex_en.html (дата обращения: 19.04.2018).
15. *Liu X., Pang Y., Lodewijks G., He D.* Experimental research on condition monitoring of belt conveyor idlers // Measurement. 2018. Vol. 127. P. 277–282.
16. *He D., Pang Y., Lodewijks G., Liu X.* Healthy speed control of belt conveyors on conveying bulk materials // Powder Technology. 2018. Vol. 327. P. 408–419.
17. *Галкин В. И., Шешко Е. Е.* Транспортные машины. – М. : Горная книга, 2010. – 588 с.
18. *Шахмейстер Л. Г., Дмитриев В. Г.* Теория и расчет ленточных конвейеров. – М. : Машиностроение, 1978. – 392 с. ГЖ

«GORNYI ZHURNAL», 2018, № 9, pp. 97–100
DOI: 10.17580/gzh.2018.09.16

Selection of optimal jointing method for rubber conveyor belts

Information about authors
L. N. Atakulov[1], Associate Professor, Candidate of Engineering Sciences, info@ndki.uz
S. K. Kakharov[1], Associate Professor, Candidate of Engineering Sciences
Sh. B. Khaidarov[1], Senior Lecturer
[1] Navoi State Mining Institute, Navoi, Uzbekistan

Abstract
Practice of rubber conveyor belts at mines shows that the least reliable points in the closed loop of a belt are its joints. Usually, available methods of jointing two belts involve lapped joint without twisting. Such joints serve for round 2 years without repair.
Aiming to increase operational reliability and extend life of belt joints, the authors of this article offer an improved method of belt jointing by means of untwisting of meeting threads and, then, their intertwisting by a dedicated scheme.
In order to analyze strength of joints in the current and newly proposed methods, the specimens of jointed belts were subjected to tension up to 50 t on a special testing machine. It is found that the belt joints by the proposed method bear twice as high breaking load as against the joint by

the conventional technology. Accordingly, service life of the improved joints and the whole belt doubles.
The introduction of the proposed jointing methods for rubber belts will enable reduction in conveying operating cost, raise productive capacity of conveyors and increase volumes of conveyed rock mass.

Keywords: rubber conveyor belts, jointing points, jointing methods, ultimate strength, twist joint, belt life.

References

1. Trubetskoy K. N. Science and mining industry. *Gornyi Zhurnal.* 2015. No. 7. pp. 19–23. DOI: 10.17580/gzh.2015.07.03
2. Ilin S. A., Kovalenko V. S., Pastikhin D. V. Increasing of economic efficiency of open-cast. *Gornyi Zhurnal.* 2012. No. 6. pp. 56–65.
3. Galkin V. I., Sheshko E. E. Belt conveyors at the current stage of development in mining machinery. *Gornyi Zhurnal.* 2017. No. 9. pp. 85–90. DOI: 10.17580/gzh.2017.09.15
4. Dmitriev V. G., Verzhanskiy A. P. Foundations of the Theory of Belt Conveyors. Moscow : Gornaya kniga, 2017. 592 p.
5. Demina G. A. International Scientific–Practical Conference on Modern Developoment Trends in Technologies of Conveyor Belts in Russia. *Gornaya promyshlennost.* 2012. No. 6. p. 80.
6. Davydov S. Ya. New solutions of the use of industrial tapes for transportation of loose materials. *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta.* 2013. No. 4(32). pp. 59–71.
7. Koenova Y. I., Masyagin A.V. Foreign research on conveyor belt characteristics, produced with the use of nanomaterials. *Podyomno-transportnoe delo.* 2014. No. 3-4(77). pp. 29–33.
8. Ipatov I., Novozhilov O., Ryabykin V., Leus D., Shpyakin A. Defect detection in rubber conveyor belts during production safety evaluation. *Tekhnadzor.* 2016. No. 2. pp. 112–113.
9. Akashev Z. T., Akashev A. Z., Balabaev O. T., Kosbarmakov S. Zh. Development of alignment methods the maximum deformation in the cross sections of conveyor belts. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy.* 2017. No. 5-2. pp. 197–200.
10. Küsel B. New energy-saving conveyor belts being standardized. *Coal & Minerals Asia.* 2012. Vol. 25. pp. 102–103.
11. Munzenberger P., Wheeler C. Laboratory measurement of the indentation rolling resistance of conveyor belts. *Measurement.* 2016. Vol. 94. pp. 909–918.
12. Braun T., Hennig A., Lottermoser B. G. The need for sustainable technology diffusion in mining: Achieving the use of belt conveyor systems in the German hard-rock quarrying industry. *Journal of Sustainable Mining.* 2017. Vol. 16, Iss. 1. pp. 24–30.
13. Phoenocord. Steel Cord Conveyor Belt. Phoenix Conveyor Belt Systems GmbH, 2018. Available at: http://www.phoenix-conveyorbelts.com/pages/products/steel-cord/phoenocord-history/phoenocord-history_en.html (accessed: 19.04.2018).
14. Polyflex. Textile Conveyor Belt. Phoenix Conveyor Belt Systems GmbH, 2018. Available at: http://www.phoenix-conveyorbelts.com/pages/products/textile/polyflex/polyflex_en.html (accessed: 19.04.2018).
15. Liu X., Pang Y., Lodewijks G., He D. Experimental research on condition monitoring of belt conveyor idlers. *Measurement.* 2018. Vol. 127. pp. 277–282.
16. He D., Pang Y., Lodewijks G., Liu X. Healthy speed control of belt conveyors on conveying bulk materials. *Powder Technology.* 2018. Vol. 327. pp. 408–419.
17. Galkin V. I., Sheshko E. E. Transport Machines. Moscow : Gornaya kniga, 2010. 588 p.
18. Shakhmeister L. G., Dmitriev V. G. Theory and Design of Belt Conveyors. Moscow : Mashinostroenie, 1978. 392 p.