

Главное – создание нового поколения интеллектуальных технологических модулей, обеспечивающих реализацию получения многофункциональных композиционных покрытий, придания им антифрикционных, износостойких и коррозионно-стойких свойств, которые всегда были и остаются перспективным направлением в машиностроении. Целесообразность выше предложенного определяется из соотношения эффект/цена.

Литература.

1. Гадалов, В.Н. Разработка и исследование минералокерамики при обработке серого и специального чугуна / В.Н. Гадалов, Е.В. Павлов, И.В. Павлов // *Материалы и упрочняющие технологии: сб. матер. X юбилейной Росс. науч.-техн. конф. с междунар. уч-ем, посвященной 40-летию образования Курского государственного технического университета*. Курск. 2003. Ч.1. – С. 76-84.
2. Семенов, А.П. Упрочнение материалов вакуумными ионно-плазменными методами: справочник / А.П. Семенов // *Инженерный журнал*. 2000. № 1. – С. 3-8.
3. Павлов, Е.В. Улучшение качества электрофизических покрытий при ротационном выглаживании минералокерамическим инструментом / Е.В Павлов, И.В. Павлов // *Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации: Материалы VI межд. научно-техн. конф.: в 2 ч. Ч.2*. Курск: Курск. гос. техн. ун-т, 2008. – С. 35-41.
4. Павлов, И.В. Универсальная установка для упрочнения поверхности / И.В Павлов, Е.В. Павлов // *Образование, наука, производство и управление: Сборник научных и научно-метод. докладов Междунар. научно-практич. конф.: в 2 томах. Т.1*. Старый Оскол: СТИ НИТУ МИСиС, 2009. – С. 174-176.
5. Павлов, И.В. Вопросы оценки качества поверхности электрофизического покрытия после выглаживания минералокерамикой / И.В Павлов, Е.В. Павлов // *Образование, наука, производство и управление: Сборник научных и научно-метод. докладов Междунар. научно-практич. конф.: в 2 томах. Т.1*. Старый Оскол: СТИ НИТУ МИСиС, 2009. – С. 176-178.
6. Павлов, Е.В. Упрочнение и повышение режущих свойств минералокерамического инструмента при ионно-плазменном нанесении композиционных покрытий / Е.В Павлов, И.В. Павлов // *Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации: Материалы VI межд. научно-техн. конф.: в 2 ч. Ч.2*. Курск: Курск. гос. техн. ун-т, 2008. – С. 31-35.
7. Павлов, Е.В. Лазерная обработка как способ повышения эксплуатационных свойств электроакустических защитных покрытий / Е.В Павлов, И.В. Павлов // *Физические и компьютерные технологии. Труды 15-ой междунар. научно-техн. конф.* Харьков: ХНПК «ФЭД», 2009. – С. 370-374.
8. Павлов, Е.В. Исследование технологии упрочнения коленчатых валов с применением лазерной обработки / Е.В Павлов, И.В. Павлов // *Физические и компьютерные технологии. Труды 15-ой междунар. научно-техн. конф.* Харьков: ХНПК «ФЭД», 2009. – С. 374-377.

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТЕРНЫХ И КОНВЕЙЕРНЫХ ЛЕНТ**

*Л.А. Пашкова, Н.М. Гуляев, Л.М. Иванов*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

*Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

*Кемеровская обл, г. Новокузнецк, ООО «СПК-Стык»*

*E-mail: l-pashkova@inbox.ru*

Большинство отраслей современной промышленности не может обойтись без использования конвейерных механизмов, по которым транспортируется различная продукция. Основным элементом конвейеров являются транспортерные или конвейерные ленты. Транспортерные ленты обычно используют для перемещения штучных, кусковых и сыпучих грузов (доломит, уголь, руды цветных и черных металлов и пр.) в горно-перерабатывающей, горно-обогащительной промышленности, в машиностроении, строительстве и т.д. Конвейерные ленты – чаще применяют в пищевой, текстильной, бумажной, деревоперерабатывающей, фармацевтической и прочих отраслях для транспортировки мелкогабаритной продукции. В процессе эксплуатации конвейерные и, особенно, транспортерные ленты подвергаются широкому спектру силовых и физико-химических воздействий, поэтому они отличаются исключительной прочностью и надежностью. Производство конвейерных лент осуществляется в строгом соответствии с нормативными требованиями.

Многообразие транспортируемой продукции предполагает и столь же широкое конструктивное и технологическое разнообразие видов транспортерных и конвейерных лент. Поэтому при выборе лент необходимо учитывать область их применения, характер транспортируемых грузов и условия эксплуатации. Наряду с продукцией общего назначения производители предлагают конвейерные ленты специального назначения (для специальных условий эксплуатации) – морозостойкие, теплоустойкие, трудно воспламеняющиеся, пищевые, имеющие дополнительную защиту (например, с тяговым металлическим каркасом). Помимо этого, выделяют следующие виды лент: шевронная, рифленая, гладкая, бесшовная дробеструйная и пескоструйная резиноканевая лента, изделия с поперечными ребрами и гофробортом, устойчивая к воздействию масел, абразивов и других загрязнителей полимерная транспортерная лента и так далее. В целом все представленные на рынке транспортерные ленты можно классифицировать следующим образом: изделия общего назначения для очень тяжелых, тяжелых и легких условий эксплуатации, т.е. они бывают повышенной износоустойчивости, средней прочности или обычные.

Нормативные требования к качеству и обеспечению безопасной эксплуатации лент допускают их повторное применение после восстановления в результате разрыва, если выполняются следующие условия:

- разрывная прочность стыковых соединений конвейерных лент по отношению к разрывной (номинальной) прочности ленты должна быть не менее 50% - для механических соединений резиноканевых многослойных лент;
- стыковка лент должна производиться в соответствии с инструкцией изготовителей стыковочных материалов;
- допускается соединение тканевых лент участков конвейеров при углах наклона выработки до 10 градусов.

Восстановить поврежденную ленту или устранить порыв можно двумя способами – вулканизацией и механическими соединителями (Рис.1). Эти способы давно и широко применяются как в России, так и за рубежом [1-11].

У каждого из методов существуют свои достоинства и недостатки. При стыковке любым из этих способов прочность соединения конвейерной ленты напрямую зависит от профессионализма персонала, выполняющего работы, соблюдения нормативов работ при разделке концов конвейерной ленты, сборке стыка и от качества применяемых при стыковке материалов.

Вулканизацию лент выполняют горячим и холодным способами. Горячая вулканизация - метод стыковки конвейерных лент с использованием специальных вулканизационных составов, под действием высоких давлений и температур, когда синтетические и натуральные каучуковые смолы "сплавляются" с рабочей поверхностью конвейерной ленты образуя непрерывный рабочий слой.

Для предприятий и производств, использующих теплоустойчивые конвейерные (транспортерные) ленты, наилучшим и предпочтительным вариантом является стыковка лент с использованием вулканизационных прессов. Так как технология горячей вулканизации похожа на технологию производства самой ленты, то этот способ позволяет достичь прочности стыка 98% от прочности новой конвейерной ленты.

Технологию вулканизации можно проводить в один этап и в два. В первом случае обрабатывают зону повреждения, потом накладывают специальный пластырь, который отличается особой эластичностью, заполняя всю зону. После этого производится горячая вулканизация поврежденной зоны и эластичного пластыря с использованием приспособлений с эластичными нагревательными элементами, дающими возможность охватить всю поврежденную поверхность целиком.

Во втором случае вулканизацию проводят дважды: сначала обрабатывают и вулканизируют только зону повреждения, затем на место повреждения накладывается вязкая резина или эластичный пластырь, и участок разрыва снова вулканизируется. Такая двойная процедура обеспечивает идеальное затверждение резины, плотно закрывая поврежденное место или восстановленный стык.

Для горячей вулканизации необходимо специальное оборудование, поэтому восстановление ленты по данной технологии часто бывает невозможно без демонтажа. Горячая вулканизация практически не имеет ограничений и дает возможность стыковать любые резиноканевые и резинотросовые ленты, хотя является более дорогим и трудоемким методом стыковки. Метод горячей вулканизации можно применять для стыковки как однослойных, так и многослойных лент из каучуковых, тканых и полимерных материалов, а также лент, армированных металлическими вставками. Одной из проблем, которая возникает при использовании этого метода – является неравномерность нагрева слоев ленты, изменение физических и механических свойств составляющих материалов [1], [2]. В

качестве одного из методов уменьшения влияния температуры и сохранения физико-механических свойств армирующих материалов в зоне термического влияния применяют ультразвук [3].

Для предприятий, которые используют конвейерные ленты общего назначения (или морозостойкие), наиболее приемлемым методом стыковки является холодная вулканизация двухкомпонентными клеями. Прочность стыка в этом случае достигает 70% от прочности самой транспортной ленты. Основным недостатком является то, что по окончании стыковки требуется дополнительная длительная выдержка ленты при температуре не ниже 0°C (в зависимости от применяемых стыковочных материалов от 2 до 24 часов), так же при наличии сильной запыленности помещения стыкование конвейерной ленты методом холодной вулканизации очень сложно произвести, а порой просто невозможно. Стыковка при высокой влажности (ниже точки росы) исключена.

Для горячей вулканизации конвейерных лент применяют специальные прессы – вулканизаторы.

Для склеивания и ремонта конвейерных лент методом холодной вулканизации необходимы следующие материалы: двухкомпонентный клей на основе полихлоропренового каучука для склейки резиноканевых конвейерных лент, не содержащий фторуглеродных соединений; отвердитель; лента со специальным клеящим слоем для заделки стыковых швов на рабочей и нерабочей стороне конвейерной ленты.

Таким образом, преимуществами горячей вулканизации, являются долговечность (лента может эксплуатироваться еще 12 месяцев после ремонта) и высокая гибкость ленты после вулканизации. Достоинствами холодной вулканизации являются: меньшая трудоемкость, отсутствие необходимости в специальном оборудовании, восстановление ленты можно производить на работающем оборудовании.

В последние годы широкое распространение получил способ стыковки транспортных лент с помощью механического крепления. Такое крепление стало возможным благодаря созданию новых конструкций лент с высокопрочными несущими слоями на основе синтетических тканей. Использование механического соединения существенно снижает время ремонта, так как нет необходимости в демонтаже оборудования, что позволяет облегчить техническое обслуживание, снизить время простоя и увеличить производительность транспортера или конвейера. Стыковку лент с помощью механического крепления можно выполнять на действующем руднике, горнодобывающем или металлургическом предприятии, в условиях сильной запыленности, когда невозможно осуществить холодную вулканизацию. Для нормальной работы конвейера и обеспечения постоянного тягового усилия необходимо регулирование натяжения ленты. Особенно актуальна эта проблема для длинных транспортеров, работающих в стесненных условиях [4]. Во многих случаях механическая стыковка обеспечивает необходимое натяжение ленты. Кроме того, такое соединение рационально в тех случаях, когда, в силу особенностей технологического процесса, необходимо изменять расстояние, на которое перемещают грузы, т.е. длину транспортера. Для угольных шахт важным является сама технология механического крепления: подготовка концов ленты и непосредственное соединение выполняется взрывобезопасным инструментом [5].

Надежность и долговечность транспортной или конвейерной ленты с механически соединенным стыком, зависит, в первую очередь, от правильного выбора вида и типа соединителей [6], [7]. Как было указано выше, разрывная прочность стыковых соединений конвейерных лент после их стыковки с помощью механических соединителей, должна составлять не менее 50% от разрывной (номинальной) прочности ленты. Этого можно достичь при правильном выборе материала и формы соединителей, а также оптимального расположения их по ширине ленты с оптимальным шагом [8], [9]. Все эти параметры зависят, прежде всего, от типа ленты [10]. Кроме того, необходимо учитывать технологию очистки ленты и конструкцию очистителей [11].

В условиях шахт Кузбасса для перемещения грузов применяют ленты фирмы FTT WOLBROM (Польша-Россия): резиноканевые, трудногорючие GTP (ГГ) для транспортировки сыпучих материалов на горнорудных предприятиях (Польша); резиновые ленты со стальными тросами (трудновоспламеняющиеся и трудногорючие GTP-ST) применяются на длинных и наклонных транспортных магистралях; абразивостойкие ленты для транспортировки материалов в диапазоне рабочих температур от «минус» 25°C до «плюс» 65°C; резиноканевые теплостойкие ленты для транспортировки горячих сыпучих материалов.

В последние годы получили широкое распространение цельнотканые конвейерные ленты марки Fenner Dunlop. Благодаря цельнотканому каркасу из синтетического и хлопчатобумажного волокна, пропитанного ПВХ, ленты надежно удерживают механические соединители.

Для использования в цельнотканых конвейерных лентах пригоден широкий спектр соединителей, таких, например, как соединители марок Mato, Goro, Titan и Flexco.

В качестве соединительных элементов используются: специальные болты, неразъемные заклепки, болты с шарнирами, шарниры совместно с заклепками (рис.1).



Рис. 1. Болты с шарнирами, шарниры совместно с заклепками.

Соединители, используемые при механическом сцеплении, могут иметь различные формы, типы, а также способы крепления. Наиболее известными являются механические соединители лент известных компаний MLT (Франция) и Flexible Steel Lacing Co (США).

Способ крепления транспортерных лент MS с самонарезающими винтами от компании MLT (Minet Lacing Technology) предназначены для тяжелых резиноканевых конвейеров. В комплектацию входят соединительная пластина, самонарезающие винты и соединительный стержень. Для соединения конвейерных лент также применяются эластичные соединения Super Screw фирмы MLT Франция (рис.2). Эластичное соединение имеет следующие достоинства:

- гибкость во всех направлениях, поэтому совместим с барабанами малых диаметров (от 160 мм).
- высокая прочность на разрыв (прочность соединения составляет более 50% от прочности самой ленты);
- способность к растяжению перед разрывом на 55 мм,
- стык не возвышается над поверхностью ленты.

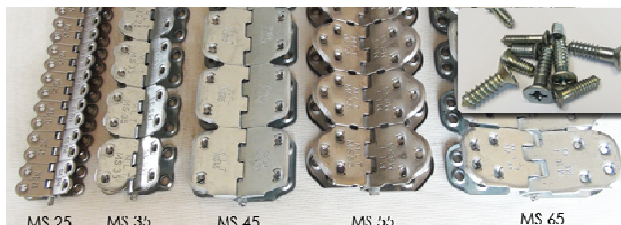


Рис. 2. Соединения Super Screw

Механические соединители **Flexco (США)** выпускаются двух видов: шарнирное и болтовое неразъемное. В зависимости от требуемых параметров (тип транспортерной ленты, максимальная нагрузка, вид и особенности производства) подбираются разные соединители. При обслуживании конвейеров с резиновым покрытием, применяемых на рудниках или в металлургии, подойдут соединители для стальной ленты Flexco Bolt Hinged, Flexco Rivet inged, **механические соединители ANKER (рис.3)**.

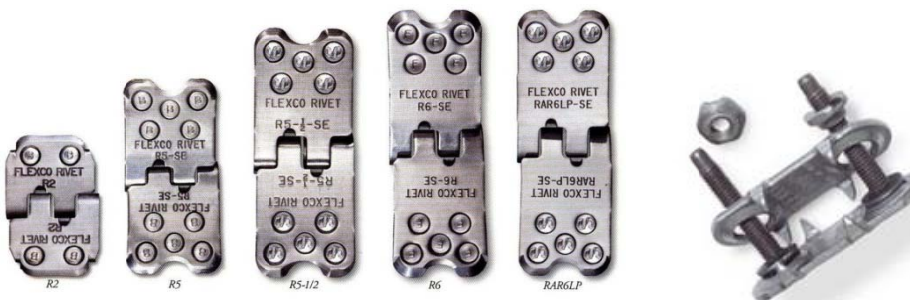


Рис. 3. Соединители Flexco Bolt Hinged, Flexco Rivet inged, Заклепочный шарнир соединений Rivet Hinged

Накоплен достаточно большой опыт эксплуатации механических заклепочных шарнирных соединений Rivet Hinged и болтовых неразъемных соединений Bolt Solid Plate более чем на 15 угольных шахтах Кузбасса, Воркуты, Восточного Донбасса («Распадская», «Первомайская» и т.д). На оборудование Flexco для стыковки и ремонта лент получено разрешение Госгортехнадзора РФ.

Из российских производителей известна компания «СПК-Стык» (г. Новокузнецк), которая разработала технологию и запатентовала способ стыковки различных типов полотен конвейерных лент соединением «Вулкан» (рис.4).



Рис. 4. Соединитель «Вулкан-круг»

Особенность этого способа состоит в компрессионном сжатии стыкуемых концов ленты при помощи винтовых механических соединителей с предварительной ступенчатой разделкой полотна. Прочность и надежность механического соединения «Вулкан» обеспечивается расчетом усилия сдавливания винтами ленточного полотна в месте соединения, с помощью верхних и нижних прижимных элементов, установленных в определенном порядке и воздействующих на соединяемые концы ленточного полотна. При этом не допускаются просечки полотна между прижимной площадью соединителей в одной плоскости. В расчетную основу стыковки входит определенное количество элементов в стыке: их рядность, формы шайб, схемы разделки ленточного полотна. Пример расчетной схемы для ленточного полотна прочностью до 2500 кН/м, диаметра барабана более 500 мм – приведен на рис.5.

Благодаря компрессионной затяжке резьбовых соединений прочность стыков, выполненных с помощью соединителей «Вулкан», увеличилась на 10% по сравнению с прочностью аналогичных конструкций других фирм и составила, в среднем, 65% от прочности стыкуемой ленты. Компанией «СПК-Стык» было проведено более 30 испытаний на прочность стыкового соединения «Вулкан» для разных типов конвейерных лент в ОАО «НЦ ВостНИИ». Результаты проведенных испытаний подтвердили правильность разработанных методов расчета и составленных на их основе схем установки соединителей «Вулкан», т.к. прочность стыковых соединений неизменно составляла свыше 60% от прочности ленты, независимо от ее марки и размера.

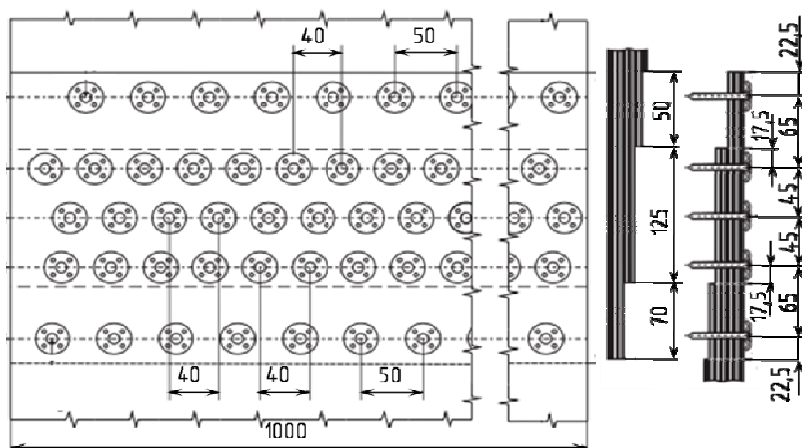


Рис. 5. Расчетная схема ленточного полотна

В сравнении с существующими механическими соединителями, можно отметить следующие преимущества стыковых соединений «Вулкан»:

- более высокая прочность;
- продолжительный срок эксплуатации после стыковки;
- время монтажа – не более трех часов;
- возможность применения в тяжелых условиях (в том числе - повышенной влажности и высоких температурах);
- отсутствие ограничений по месту и условиям монтажа;
- безопасность для целостности очистителей, роликов, футеровки конвейерных барабанов.

Механический метод стыковки транспортерных и конвейерных лент используется на протяжении многих лет. Появляются новые технологии производства и конструкции лент, в соответствии с этим – разрабатываются новые типы механических соединителей. Этот способ соединения и ремонта остается востребованным в тех производствах, где длина ленточного конвейера из-за особенности производства постоянно изменяется; в тех случаях, когда требуется в минимальные сроки состыковать необходимые узлы транспортера или конвейера, чтобы уменьшить его простой, а также в условиях угольных шахт с сильно запыленной и взрывоопасной средой.

Литература.

1. Dobrota, D., Petrescu, V 2015 Modelling of the heat transfer in the process of joining by vulcanisation of conveyor belts Academic Journal of Manufacturing Engineering 13 (2), pp. 48-53.
2. Dobrota, D 2015 Vulcanization of rubber conveyor belts with metallic insertion using ultrasounds Procedia Engineering.
3. Barburski, M., Góralczyk, M., Snycerski, M. 2015 Analysis of changes in the internal structure of PA6.6/PET fabrics of different weave patterns under heat treatment Fibres and Textiles in Eastern Europe 23 (4), pp. 46-51.
4. Viren, E.A., Alspaygh, M.A. 2004 The evolution of intermediate driven belt conveyor technology Bulk Material Handling by Conveyor Belt V pp. 77-84.
5. Finnegan, K 2007 Tools for timely belt repair Bulk Solids Handling 27 (1), pp. 42-44.
6. Finnegan, Kevin 2007 Belt fastener selections World Cement 38 (4), pp. 193-198.
7. Finnegan, K. 2001 Selecting plate-type belt fastener systems for heavy-duty conveyor-belt operations Pit and Quarry 81 (10)
8. Pray, Winston 1980 Mechanical fasteners for conveyor belts Plant Engineering (Barrington, Illinois) 34 (5), pp. 233-237.
9. Miller, B., Wingfield, J. 2003 Mechanical fasteners improve uptime of light-duty belt Paper Age 119 (4), pp. 34-37.
10. Feltes, Michael J. 1989 Keeping the belts conveying Pit and Quarry 81 (10)
11. Castro E.G. 2003 Conveyor modifications lead to improve performance: Output and uptime increased at Mexico's largest coal mine Canadian Mining Journal 124 (6), pp. 24-25.

#### **СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПОРОШКОВЫХ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ ПОСЛЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОФИЗИКОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

*И.В. Павлов<sup>1</sup>, к.т.н., доц., Е.В. Павлов<sup>2</sup>, к.т.н., доц.*

*<sup>1</sup>Курский монтажный техникум*

*305016, г. Курск, ул. Советская, 14, тел. (4712)-38-40-73*

*<sup>2</sup>Юго-Западный государственный университет*

*305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94, тел. (4712)-32-60-90*

*E-mail: piv.vip@mail.ru*

Многие детали и изделия из сплавов на титановой основе изготавливают методом порошковой металлургии с последующим нанесением электрофизических покрытий.

Области применения спеченных титановых сплавов могут быть расширены в результате применения комбинированных электрофизико-термических процессов обработки (КЭФТПО), основанных на объединении в одной операции нескольких технологических воздействий, среди которых базовым является термический.

В настоящей работе рассматривается электроискровое легирование (ЭИЛ), в частности его разновидность локальное электроискровое нанесение покрытий (ЛЭНП), совмещенное с обработкой CO<sub>2</sub> – лазером высокой мощности порошковых титановых псевдо α- сплавов.